В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

ДОСААФ



СОДЕРЖАНИЕ

В ПОМОЩЬ ПЕРВИЧНЫМ И УЧЕБНЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ ДОСААФ

ЗВУКОВОСПРОИЗВОДЯЩАЯ АППАРАТУРА

СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

АВТОЛЮБИТЕЛЮ

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ



В ПОМОЩЬ ПЕРВИЧНЫМ И УЧЕБНЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ ДОСААФ

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ЭКЗАМЕНАТОР

Ю. Таижин

В этом экзаменаторе с выборочным ответом исключена возможность подбора правильного ответа поочередным нажатием кнопок. Достигается это применением двух блоков памяти, один из которых фиксирует правильные ответы, а другой — неправильные. Их количество учитывается при общей оценке за ответ на билет.

Экзаменатор (рис. 1) состоит из кодирующего устройства, выполненного на переключателях *В2—В17* и разделительных диодах *Д2—Д17*, блоков правильных ответов (реле *Р1—Р4*), неправильных ответов (реле *Р5—Р8*), оценки и индикации правильных ответов (измерительный прибор *ИП1* и лампы *Л1—Л4*) и питания (трансформатор *Тр1*, диод *Д1* и конденсатор *С1*).

Кнопки ответов *Кн1—Кн4* подключаются, согласно номеру билета, к шинам правильных и неправильных отве-

тов с помощью переключателей кодирующего устройства *В2—В17*. Шины правильных ответов соединяются с контактами секции *В1б* переключателя, а шины неправильных — с контактами секции *В1г*.

В показанном на схеме положении с шинами правильных ответов соединены подвижные контакты переключателей *В2*, *В7*, *В12*, *В17*, которые, в свою очередь, подключены через соответствующие диоды к кнопкам правильных ответов. Подвижные контакты остальных переключателей соединены с шинами неправильных ответов.

Отвечая на первый вопрос, переключатель *В1* устанавливают в положение *1*, при этом к кодирующему устройству будут подключены реле *Р1* и *Р5*. Если нажата кнопка правильного ответа (в данном случае *Кн1*), сработает реле *Р1* и заблокируется контактами *Р1/1*, а контактами *Р1/2* подготовит цепь включения сигнальной лампы *Л1*. Если же

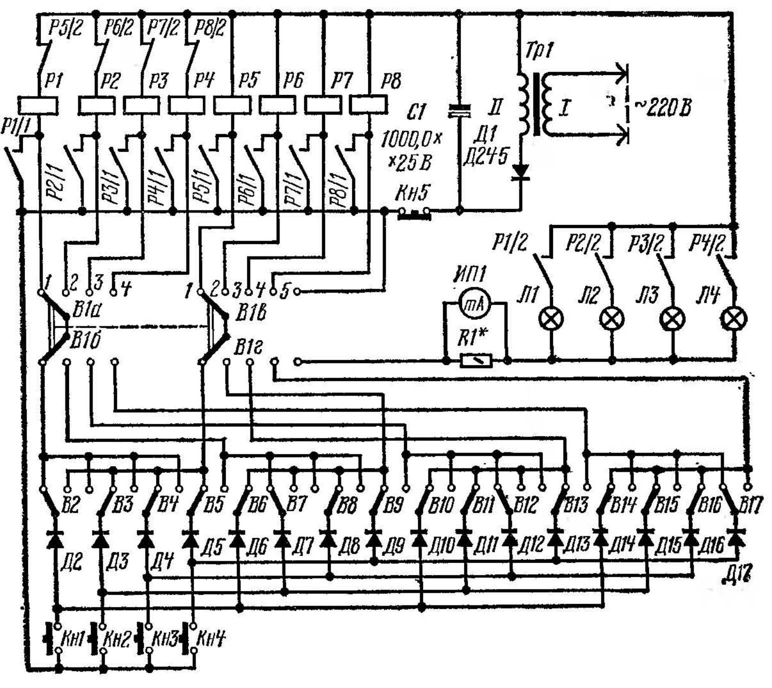


Рис. 1. Принципиальная схема экзаменатора

нажата одна из кнопок неправильного ответа (*Кн2—Кн4*), сработает реле *Р5*, заблокируется контактами *Р5/1*, а контактами *Р5/2* разомкнет цепь питания реле *Р1*. После этого реле *Р1* не сработает даже при нажатии кнопки правильного ответа (если оно было включено ранее кнопкой правильного ответа, то теперь обесточится). При одновременном нажатии двух и более кнопок также сработает реле *Р5* и зафиксирует неправильный ответ.

После ответа на первый вопрос переключатель *В1* переводят в положение *2*. В этом случае к кодирующему устройству подключаются реле *Р2* и *Р6*. Порядок работы блоков правильного и неправильного ответов остается прежним.

Ответив на четыре вопроса билета, устанавливают переключатель *В1* в положение *5*, соответствующее индикации оценки. Через контакты секций *В1в* и *В1г* к выпрямителю будет подключен измерительный прибор *ИП1*, показания которого зависят от числа ламп, включенных контактами *Р1/2 — Р1/4* реле правильных ответов. Одновременно по номерам горящих ламп можно определить вопросы, на которые были даны правильные ответы.

Чтобы привести экзаменатор в исходное состояние, кратковременно нажимают кнопку *Кн5*, установленную в доступном только для преподавателя месте. Она размыкает цепь питания реле, лампы *Л1—Л4* гаснут, и стрелка прибора возвращается на нуль. Кнопка сброса может быть вынесена на стол преподавателя или, если экзаменатор используется в качестве репетитора, установлена на лицевой панели устройства.

Детали и конструкция. Реле *Р1—Р4 — РСМ-1* (паспорт Ю.171.81.34 или Ю.171.81.20), *Р5—Р8 — РСМ*-2 (паспорт Ю.171.81.30 или Ю.171.81.21). Реле РСМ-1 или РСМ-2 можно заменить на РЭС-6 (паспорт РФО.452.103), имеющее две группы контактов на переключение.

Диоды *Д2—Д17* могут быть любые, рассчитанные на максимальное обратное напряжение не ниже 30 В и ток не менее 40 мА. Диод Д245 (*Д1*) можно заменить на Д242, Д243, Д246, КД202, Д302 с любым буквенным индексом или двумя параллельно включенными диодами Д7Б—Д7Ж или Д226Б—Д226Д.

Конденсатор *С1* — К50-6, его можно составить из двух параллельно включенных конденсаторов меньшей емкости. В принципе емкость этого конденсатора можно уменьшить до 200 мкФ.

Трансформатор питания выполнен на сердечнике из Ш-образного железа сечением 4 см², (например, Ш16×25). Обмотка *I* содержит 2300 витков провода ПЭВ-1 0,1, обмотка *II* — 250 витков ПЭВ-1 0,5. Можно применить готовый трансформатор мощностью не менее 20 Вт с напряжением на вторичной обмотке около 20 В.

В качестве кнопок применены микропереключатели МП-8, но можно использовать любые другие кнопки, например самодельные, изготовленные из контактных пружин негодных электромагнитных реле.

Переключатель *В1* — галетный на 4 направления и 5 положений. Переключатели *В2—В17* — тумблеры ТВ2-1.

Индикаторные лампы *Л1—Л4* — КМ24 × 100 (коммутаторные на напряжение 24 В и ток 0,1 А).

В качестве измерительного прибора *ИП1* можно применить любой миллиамперметр постоянного тока с током полного отклонения стрелки до 200 мА. От параметров прибора зависит сопротивление резистора *R1*.

Детали экзаменатора смонтированы на плате из текстолита (можно гетинакса или другого изоляционного материала) размером 160 × 240 × 3 мм. Расположение деталей показано на рис. 2. Кнопки *Кн1—Кн4*, лампы *Л1—Л4* и переключатели *В2—В17* установлены на металлических кронштейнах, прикрепленных к плате винтами. Плата с деталями размещена в корпусе, стенки и дно которого изготовлены из текстолита толщиной 4 мм, а верхняя крышка (лицевая панель экзаменатора) — из листового железа толщиной 1 мм. Стенки и дно скреплены между собой уголками, верхняя крышка подвешена на шарнирах, что облегчает доступ к деталям экзаменатора.

На задней стенке размещена откидная крышка, открывающая доступ к переключателям кодирующего устройства. В верхней крышке вырезаны отверстия для шкалы прибора и индикаторных ламп, а также для кнопок *Кн1—Кн4* и переключателя *В1*. Кнопка сброса *Кн5* установлена на плате, а в боковой стенке корпуса сделано фигурное отверстие для ключа, которым преподаватель сбрасывает показания экзаменатора после ответа обучаемого на билет.

Соединения между деталями выполнены одножильным монтажным проводом в поливинилхлоридной изоляции. Сетевого выключателя в экзаменаторе нет, поскольку выключение питания равнозначно сбросу показаний. Шнур питания должен быть включен в сеть так, чтобы обучаемые

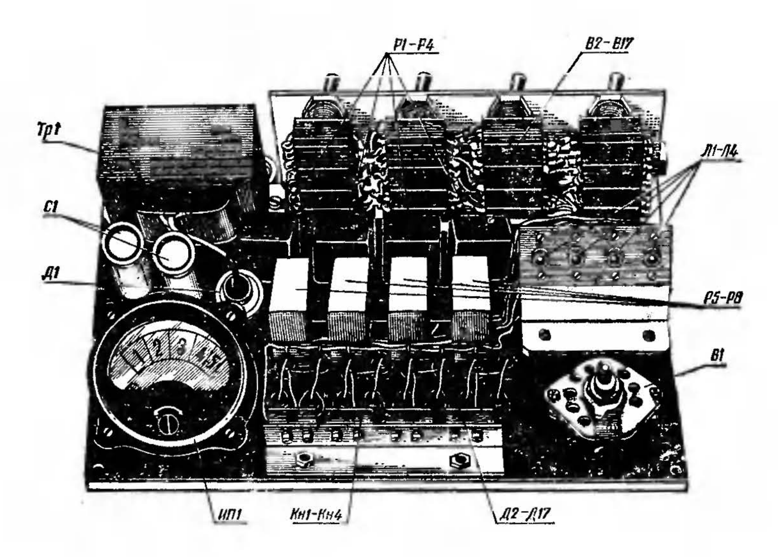


Рис. 2. Расположение деталей экзаменатора на плате



Рис. 3. Внешний вид экзаменатора

не имели к нему доступа. Внешний вид экзаменатора показан на рис. 3.

Налаживание сводится к подбору шунта миллиамперметра (резистора *R1*). Сначала параллельно выводам миллиамперметра подключают проволочный переменный резистор, например типа ПЭВР-10, с номинальным сопротивлением 3 Ом и движок резистора устанавливают в такое положение, при котором выводы миллиамперметра будут соединены накоротко. Затем с помощью переключателя *В1* и кнопок правильных ответов добиваются срабатывания реле *Р1—Р4*, после чего переключатель переводят в положение *5*. Должны загореться все сигнальные лампы. Перемещением движка переменного резистора устанавливают стрелку миллиамперметра в положение, близкое к ее полному отклонению. Измеряют полученное сопротивление и из провода с высоким удельным сопротивлением (или обычного медного провода ПЭВ-1 0,08—01) изготавливают шунт с таким же сопротивлением. В качестве каркаса для провода шунта используют резистор ВС-2 или МЛТ-2 сопротивлением не менее 100 Ом.

Шунт можно подобрать и другим способом. Взяв провод заведомо большой длины, подключают его концы к выводам миллиамперметра. Постепенно уменьшая длину провода, добиваются установки стрелки прибора в нужное положение, после чего провод наматывают на каркас.

Для градуировки промежуточных значений шкалы, отвечающих оценкам 4, 3, 2, включают соответственно три, две или одну лампу и отмечают показания стрелки прибора. Затем из бумаги вырезают новую шкалу и рисуют на ней пять секторов с цифрами с таким расчетом, чтобы при соответствующем отклонении стрелки она находилась примерно в середине сектора. Чтобы не разбирать измерительный прибор, готовую шкалу можно наклеить на его стекло сверху.

Экзаменатор можно сделать и переносным с питанием от автономного источника — батарей 3336Л, размещенных на месте блока питания. В этом случае в целях экономии питания сигнальные лампы заменяют резисторами, а результаты ответов оценивают по показаниям измерительного прибора.

ЭКЗАМЕНАТОР-РЕПЕТИТОР

Д. Тригуб

Предназначен для приема экзаменов, проверки контрольных работ и закрепления знаний обучаемых при изучении нового материала. Для работы с экзаменатором используют контрольные билеты с пятью вопросами и пятью ответами на каждый вопрос (один из ответов — правильный). Ввод ответов — выборочный. Кодирует ответы преподаватель на дистанционном пульте кодирования (ДПК).

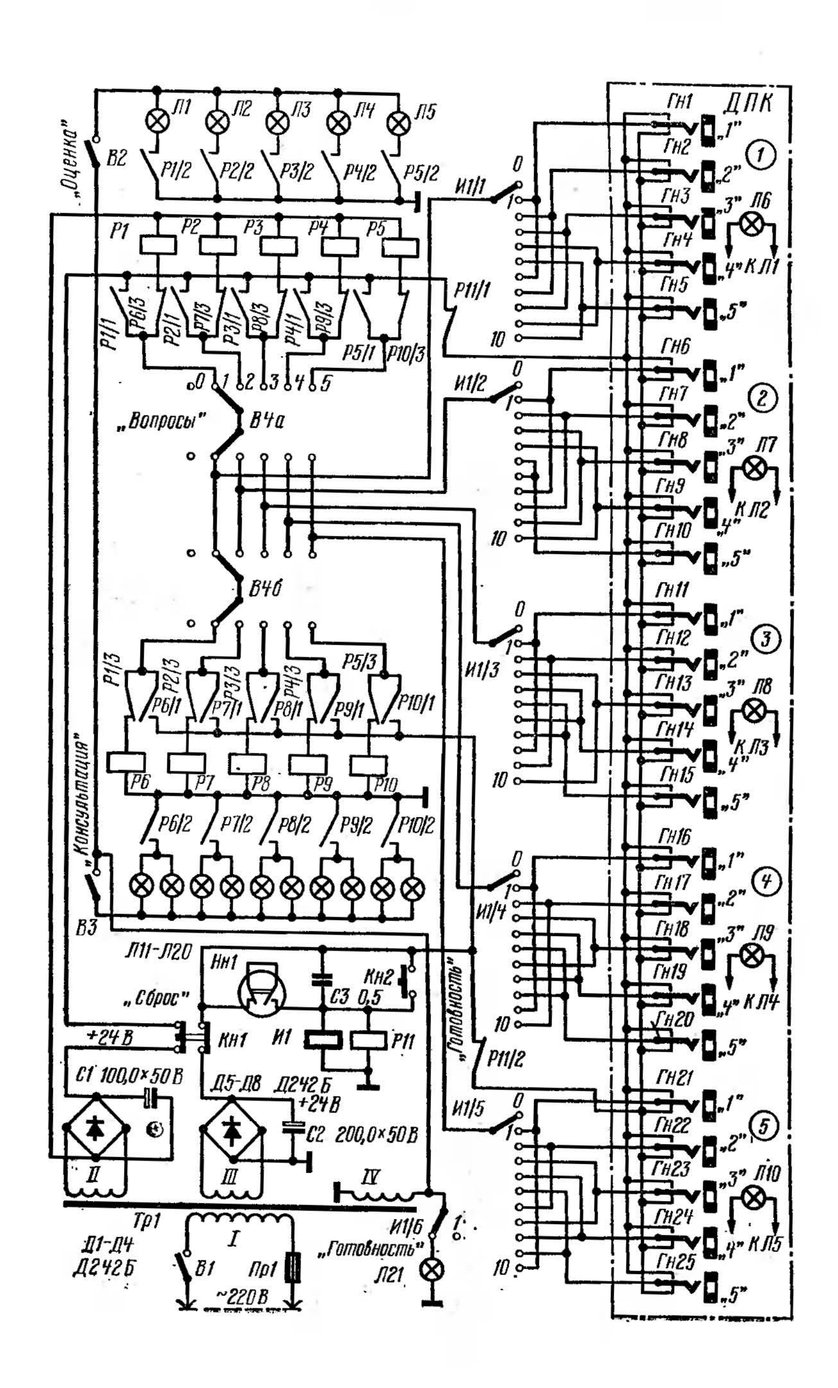
Экзаменатор-репетитор (рис. 1) состоит из блоков правильных (реле *Р1—Р5* и лампы *Л1—Л5*) и неправильных ответов (реле *Р6—Р10* и лампы *Л11—Л20*) и дистанционного пульта кодирования, в котором размещены штекерные устройства (гнезда *Гн1—Гн25*) и сигнальные лампы *Л6—Л10*.

Сигнал кодированного ответа поступает на оба блока через контакты переключателя *В4*. В зависимости от ответа, вводимого телефонным номеронабирателем *Нн1*, срабатывает одно из реле в том или ином блоке. Оценка выставляется в зависимости от числа загоревшихся ламп *Л1—Л5*. Группы *Л11—Л20* указывают, на какие вопросы были даны неправильные ответы.

Экзаменатор работает от сети переменного тока напряжением 220 В и потребляет мощность не более 60 Вт. Для питания блока правильных ответов используется выпрямитель, выполненный на диодах *Д1—Д4* по двухполупериодной мостовой схеме. Блок неправильных ответов и шаговый искатель *И1* питаются от другого выпрямителя (*Д5—Д8*). Конденсаторы *С1* и *С2* фильтруют выпрямленное напряжение.

Рассмотрим порядок приема экзаменов. Обучаемый, подготовившийся к ответу, сообщает номер билета, по которому преподаватель находит в своем справочном листке пятизначный код ответов и, согласно ему, вставляет штекеры в гнезда пульта кодирования. После этого пользуются экзаменатором в следующей последовательности.

Включив экзаменатор выключателем *В1*, устанавливают выключатели *В2* («*Оценка*») и *В3* («*Консультация*») в такое положение, при котором ни одна из сигнальных ламп *Л1—Л20* не будет гореть. Если при этом подсвечивается табло «*Готовность*» (лампа *Л21*), все в порядке. Если же табло не освещается, нажимают несколько раз кнопку сброса



„Оценка"
В2
Л1
Л2
Л3
Л4
Л5
Р1/2
Р2/2
Р3/2
Р4/2
Р5/2
Р1
Р2
Р3
Р4
Р5
Р1/1
Р6/3
Р2/1
Р7/3
Р3/1
Р8/3
Р4/1
Р9/3
Р5/1
Р10/3
Р11/1
„Вопросы"
В4а
В4б
Р1/3
Р2/3
Р3/3
Р4/3
Р5/3
Р6/1
Р7/1
Р8/1
Р9/1
Р10/1
Р6
Р7
Р8
Р9
Р10
Р6/2
Р7/2
Р8/2
Р9/2
Р10/2
„Консультация"
В3
Л11-Л20
Кн1
„Сброс"
+24 В
С3 0,5
Кн2
И1
Р11
С1 100,0×50 В
Д5-Д8
Д242 Б
+24 В
С2 200,0×50 В
II
III
IV
Тр1
I
Д1-Д4
Д242 Б
В1
Пр1
~220 В
И1/6
„Готовность"
Л21
„Готовность"
Р11/2
И1/1
И1/2
И1/3
И1/4
И1/5
ДПК
Гн1
Гн2
Гн3
Гн4
Гн5
Гн6
Гн7
Гн8
Гн9
Гн10
Гн11
Гн12
Гн13
Гн14
Гн15
Гн16
Гн17
Гн18
Гн19
Гн20
Гн21
Гн22
Гн23
Гн24
Гн25
„1"
„2"
„3"
„4"
„5"
Л6
Л7
Л8
Л9
Л10
КЛ1
КЛ2
КЛ3
КЛ4
КЛ5

Кн2, чтобы щетки искателя *И1* заняли исходное положение (нулевое).

Далее переключатель *В4* («*Вопросы*») устанавливают в положение «*1*», что соответствует ответу на первый вопрос билета. Номеронабирателем *Нн1* набирают код правильного, по мнению экзаменуемого, ответа, указанного в билете. В экзаменаторе приняты двузначные и трехзначные коды. Сумма цифр каждого кода должна быть равна 12. И вот почему. После каждого ответа (правильного или неправильного) щетки искателя должны возвратиться в исходное положение. Поскольку в экзаменаторе применен искатель на 11 положений, то исходным (нулевым) будет 12-е положение. На один вопрос билета могут быть приведены, например, такие кодированные ответы: 39, 156, 57, 246, 75. Один из этих ответов и должен выбрать обучаемый.

Предположим, что на пульте кодирования преподаватель вставил штекеры в гнезда *Гн1*, *Гн7*, *Гн13*, *Гн17* и *Гн25*, т. е. код правильных ответов на данный билет соответствует числу 12 325 (порядковые номера гнезд в каждой пятерке штекерного устройства). В этом положении соответствующие подвижные контакты штекерного устройства будут отсоединены от нижних (по схеме) и подсоединены к верхним неподвижным контактам. Значит, правильно отвечая, обучаемый должен набирать такой код, чтобы щетки искателя переместились на первый контакт при ответе на первый вопрос билета, на второй контакт при ответе на второй вопрос, на третий контакт при ответе на третий вопрос, на второй контакт при ответе на четвертый вопрос и на пятый контакт при ответе на последний вопрос.

Вот как работает экзаменатор во время ответа на первый вопрос. Предположим, обучаемый набирает код 157. После набора первой цифры (1) щетка искателя *И1/1*, соединенная в данный момент с контактами *1* переключателя *В4*, переместится на первый контакт. Плюс напряжения выпрямителя, собранного на диодах *Д1*—*Д4*, через контакты кнопки *Кн1*, контакты *Р11/1*, контакты гнезда *Гн1*, контакт *1* и щетку искателя *И1/1*, переключатель *В4а*, контакты *Р6/3* поступает на реле *Р1*. Оно срабатывает и замыкающими контактами *Р1/1* самоблокируется, контактами *Р1/2* подключает сигнальную лампу к источнику питания, а контактами *Р1/3* размыкает цепь питания обмотки реле *Р6*. При включении

Рис. 1. Принципиальная схема экзаменатора-репетитора.

выключателя *В2* (только после ответа на все вопросы) лампа *Л1* загорится и просигнализирует о правильном ответе. Поскольку параллельно лампе *Л1* подключена лампа *Л6* на пульте кодирования, преподаватель также будет информирован о правильном ответе на первый вопрос.

Если ответ неправилен, например набрана цифра 2 кода 246, щетка искателя *И1/1* встанет на контакт *2*. В этом случае на переключатель *В4* через щетку и второй контакт искателя *И1/1*, подвижный и нижний (по схеме) контакты гнезда *Гн2*, контакты *Р11/2*, нижние (по схеме) контакты кнопки *Кн1* поступит плюс напряжения с выпрямителя на диодах *Д5—Д8*. Через контакты переключателя *В4б* и замкнутые контакты *Р1/3* это напряжение поступит и на обмотку реле *Р6*, которое сработает и контактами *Р6/1* самоблокируется, контактами *Р6/2* подключит сигнальные лампы *Л11*, *Л12* табло «*Консультации*» к источнику питания, а контактами *Р6/3* разомкнет цепь питания обмотки реле *Р1*. Теперь при включении выключателя *В2* лампа *Л1* не загорится, зато при включении выключателя *В3* загорятся лампы *Л11* и *Л12* и просигнализируют о неправильном ответе.

После набора второй (или третьей) цифры кода ответа щетки искателя встанут в исходное положение и лампа *Л21* даст сигнал о готовности экзаменатора к вводу кода ответа на следующий вопрос билета. Обучаемый должен установить переключатель *В4* во второе положение и отвечать на второй вопрос. Экзаменатор в этом случае работает так же, как и раньше, но напряжение от того или иного выпрямителя будет подаваться через щетку и контакты искателя *И1/2*.

Как уже говорилось, только после ответа на все вопросы обучаемый может подать выключателем *В2* питание на сигнальные лампы *Л1—Л10*. На пульте обучаемого и пульте кодирования загорятся лампы, соответствующие номерам вопросов, на которые были получены правильные ответы. Когда оценка за ответ будет проставлена преподавателем в журнал или экзаменационную ведомость, сбрасывают показания экзаменатора кнопкой *Кн1* («*Сброс*»). Цепи питания всех реле размыкаются.

Чтобы исключить ложное срабатывание реле блоков ответов при наборе кода, в цепи их питания включены размыкающие контакты *Р11/1* и *Р11/2*, которые размыкаются на время возвратного вращения диска номеронабирателя и перемещения щеток искателя.

Как репетитор устройство работает следующим образом.

На пульте кодирования заранее устанавливают код правильных ответов на заданный билет (или программу, по которой обучаемый должен проверить свои знания). После ознакомления с вопросами обучаемый замыкает переключатель *В2*, а переключатель *В4* ставит в положение, соответствующее номеру вопроса, на который он будет отвечать, и набирает код одного из ответов. Если ответ правильный, загорается лампа табло «*Оценка*». При неправильном ответе обучаемый включает табло «*Консультация*», и одна из групп его ламп подсвечивает перечень материалов, с которыми нужно ознакомиться по данному вопросу. Сбросив показания экзаменатора, обучаемый вновь набирает код, но уже другого ответа, и так до тех пор, пока не загорится лампа табло «*Оценка*», сигнализирующая о правильном ответе на вопрос.

В этом режиме можно одновременно закодировать ответы на два-три билета, или программу из десяти вопросов.

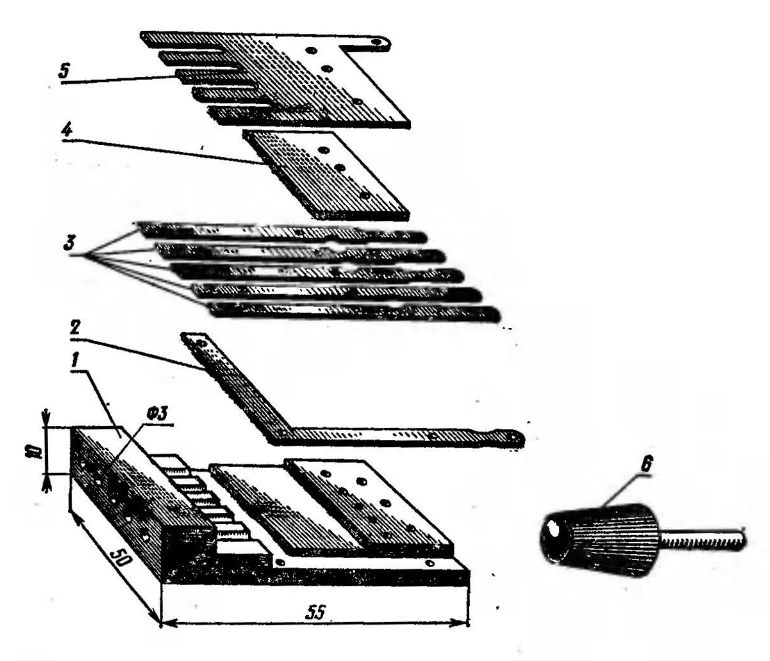


Рис. 2. Штекерное устройство:
1 — основание; *2* — контакт неправильных ответов; *3* — подвижные контакты; *4* — изоляционная прокладка; *5* — контакты правильных ответов; *6* — штекер.

В каждом случае в рамку табло «*Консультация*» нужно устанавливать соответствующую карту с консультационными сведениями по задаваемым вопросам.

Детали и конструкция. В экзаменаторе-репетиторе можно применить электромагнитные реле любого типа, рассчитанные на напряжение 24 В и ток срабатывания не более 50 мА. Они должны иметь три группы контактов: две замыкающие и одну размыкающую (реле *Р11* — с двумя группами размыкающих контактов).

Шаговый искатель *И1* собран из двух искателей *ШИ11/4* (паспорт РС3.250.012). На один из них устанавливают два контактных поля с роторными щетками, снятыми с другого искателя. Ось ротора искателя и стяжные болты статора заменяют более длинными. Номеронабиратель *Нн1* — телефонного типа.

Трансформатор питания *Тр1* выполнен на сердечнике

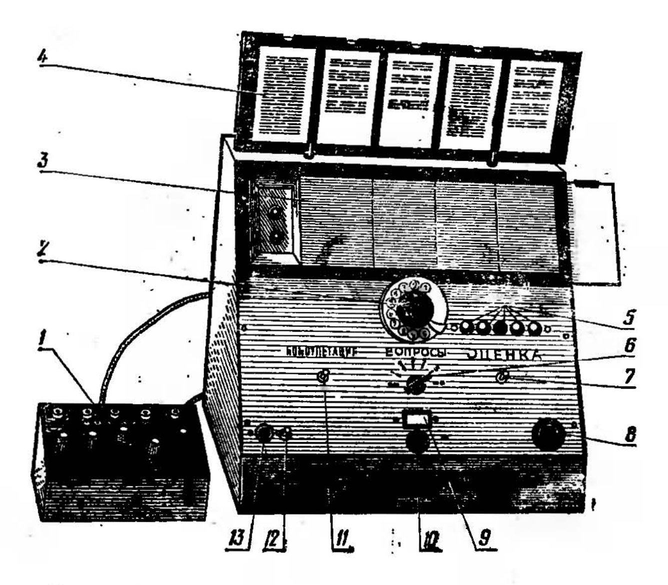


Рис. 8. Внешний вид экзаменатора-репетитора с дистанционным пультом кодирования:

1 — дистанционный пульт кодирования; *2* — номеронабиратель; *3* — стеклянная полоска с карточками консультационного материала; *4* — рамка с вопросами; *5* — сигнальные лампы оценки; *6* — переключатель вопросов; *7* — выключатель «Оценка», *8* — кнопка сброса; *9* — табло «Готовность»; *10* — кнопка «Готовность»; *11* — выключатель «Консультация»; *12* — сетевой выключатель; *13* — предохранитель.

Ш24 × 40. Обмотка *I* содержит 1450 витков провода ПЭВ-1 0,38, обмотка *II* — 200 витков ПЭВ-1 0,38, обмотка *III* — 200 витков ПЭВ-1 0,6, обмотка *IV* — 42 витка ПЭВ-1 1,3.

Выпрямительные диоды могут быть любые, рассчитанные на ток не менее 1 А и обратное напряжение не ниже 60 В. Конденсаторы *C1*, *C2* — К50-6. Сигнальные лампы *Л1*—*Л21* — на напряжение 6,3 В.

Переключатель *В4* — галетный на шесть положений с четырьмя направлениями (используется переключатель от радиоприемника «Днипро-52»).

Штекерные устройства пульта кодирования ответов — самодельные (рис. 2). Каждое устройство состоит из пятигнездного основания *1*, изготовленного из изоляционного материала, контакта *2* неправильных ответов (соединенные между собой нижние по схеме контакты), подвижных контактов *3*, изоляционной прокладки *4* и контактов *5* правильных ответов (ссединенные между собой верхние по схеме контакты). Контакт *2* приклепан к основанию *1*. Над контактом *2* расположены контакты *3*, которые должны касаться контакта *2*. Сверху прикреплена изоляционная прокладка *4* и контакт *5*, немного отстоящий от контактов *3*. Штекер *6* состоит из ручки и стержня, выточенных из изоляционного материала. Конец стержня заострен.

Когда стержень вставлен в гнездо, соответствующая контактная пластина *3* отходит от контакта *2* и соединяется с контактом *5*. Штекерные устройства прикреплены винтами к верхней панели пульта кодирования (рис. 3). На этой же панели размещены и сигнальные лампы *Л6*—*Л10*. Можно применить и другие конструкции штекерных устройств, например телефонные.

Дистанционный пульт кодирования соединен с пультом обучаемого кабелем длиной 5—7 м, составленным из 40 проводников (пять из низ резервные) многожильного провода в поливинилхлоридной изоляции.

На лицевой панели пульта обучаемого (см. рис. 3) размещены номеронабиратель, переключатель вопросов *В4*, выключатели *В1*—*В3*, кнопки *Кн1* и *Кн2*, лампа готовности *Л21*, сигнальные лампы оценки *Л1*—*Л5* и табло консультаций. Оно представляет собой деревянную прямоугольную рамку размером 500 × 160 мм с пазами, в которые вдвигают две стеклянные (или из оргстекла) полоски. Между полосками кладут лист белой бумаги и пять карточек размером 120 × 90 мм, на которых нанесен консультационный мате-

риал на каждый вопрос билета (или нескольких билетов). Под рамкой расположены пирамидальные коробки-рефлекторы (5 шт.), изготовленные из плотной бумаги (можно белой жести), в которых находятся лампы *Л11—Л20*. Пока лампы не горят, консультационного материала не видно.

Вопросы для проверки знаний при работе экзаменующего устройства в режиме репетитора вставляют в рамку, которая прикреплена к стойкам на верхней панели пульта.

Сзади пульта сделана ниша, в которую после окончания экзамена укладывают пульт кодирования вместе с соединительным кабелем. Там же размещают и сетевой шнур питания.

ЗВУКОВОСПРОИЗВОДЯЩАЯ АППАРАТУРА

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НЧ НА КРЕМНИЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

В. Кокачев

Усилитель НЧ может быть использован для воспроизведения грамзаписи или в высококачественных переносных радиоприемниках и магнитофонах. Поэтому он содержит два входа, рассчитанные на разные уровни входных сигналов. Номинальная выходная мощность усилителя 2 Вт при напряжении питания 9 В и около 4 Вт при напряжении 15 В (сопротивление нагрузки 4 Ом в обоих случаях). Изменение напряжения в указанных пределах не влечет изменения режимов транзисторов (подбирать детали усилителя не требуется). Нелинейные искажения типа «ступенька» практически отсутствуют. Полоса рабочих частот 60—20 000 Гц. Уровень фона 50 дБ. Входное сопротивление около 500 кОм. В усилителе имеется раздельная регулировка тембра по высшим и низшим частотам, диапазон регулировки тембра 12 дБ. Потребляемый усилителем ток составляет 25 мА в режиме молчания и 750 мА при номинальной мощности 2 Вт.

Таких сравнительно высоких электрических параметров удалось добиться благодаря применению высокочастотных кремниевых транзисторов структуры *n-p-n* в предварительных каскадах и среднечастотных — в выходном.

Известно, что на транзисторах с низкой граничной частотой трудно построить высококачественный усилитель из-за относительно больших входных и проходных емкостей, не позволяющих получить достаточно линейную частотную характеристику усилителя. Кроме того, при использовании таких транзисторов в выходных каскадах наблюдается возрастание коллекторного тока на высоких частотах, в результате чего транзисторы перегреваются и выходят из строя. Учитывая это, в усилителе использованы транзисторы с высокой граничной частотой и подобран оптимальный ток покоя выходных транзисторов, обеспечивающий минимальные нелинейные искажения.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1. Его входная цепь состоит из регулятора громкости (перемен-

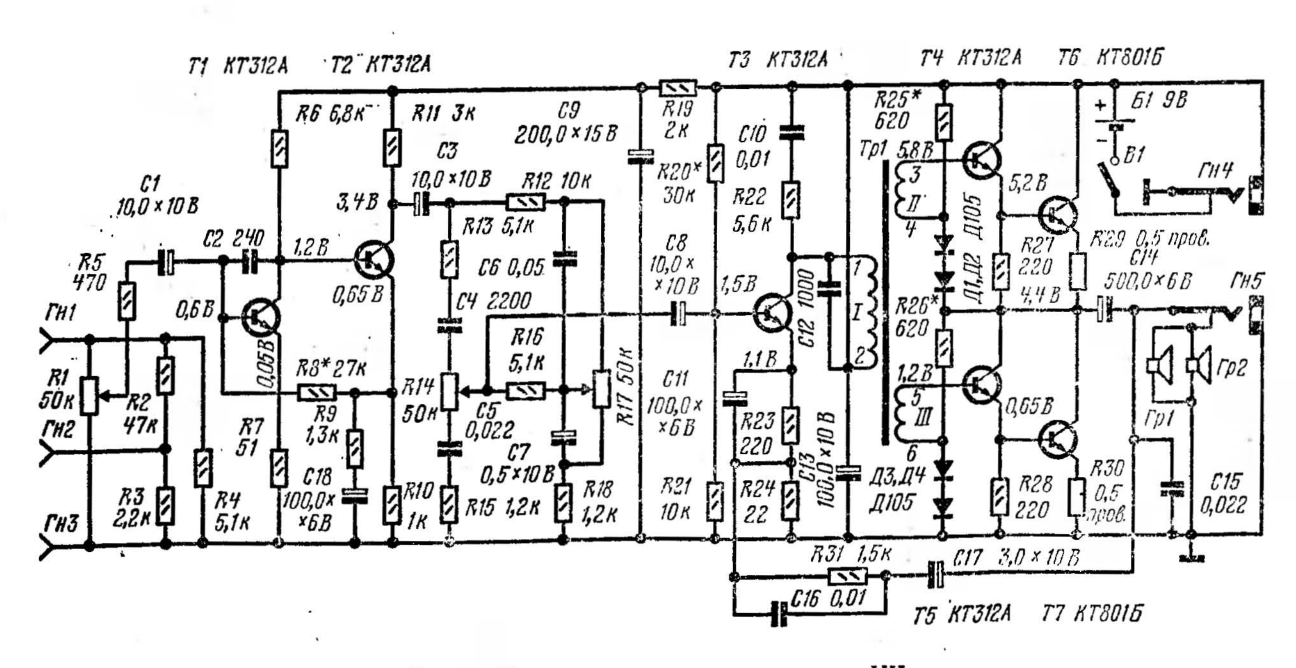


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя НЧ

ный резистор *R1*), делителя входного сигнала на резисторах *R2—R4* и разделительного конденсатора *C1*. Сигнал с малой амплитудой подают на гнезда *Гн1* и *Гн3*, а с большой амплитудой — на гнезда *Гн2* и *Гн3*.

Первые два каскада усилителя выполнены на транзисторах *Т1* и *Т2* по схеме с непосредственной связью и параллельным питанием. Коллекторные токи транзисторов выбраны незначительные (0,1—0,6 мА), поэтому транзисторы работают с малым уровнем собственных шумов. Для предотвращения самовозбуждения входного каскада в нем введена отрицательная обратная связь включением конденсатора *C2* между коллектором и базой транзистора.

В цепь коллектора транзистора *Т2* включены корректирующие цепочки раздельного регулятора тембра. Переменным резистором *R14* регулируют усиление в области высших, а резистором *R17* — в области низших звуковых частот. В среднем положении регуляторов тембра частотная характеристика усилителя линейна в пределах рабочего диапазона частот.

Предоконечный каскад усилителя выполнен на транзисторе *Т3*. Нагрузкой каскада является обмотка *I* трансформатора *Тр1*, зашунтированная для высших звуковых частот конденсатором *C12*, что предотвращает самовозбуждение каскада на этих частотах. Напряжение смещения на базу транзистора снимается с делителя *R20R21*, не только обеспечивающего нужное напряжение, но и стабилизирующего ток в цепи базы при изменении температуры. В цепи эмиттера включены резисторы *R23* и *R24*, создающие обратную связь по постоянному току и обеспечивающие термостабилизацию режима каскада. Конденсатор *C11* необходим для устранения обратной связи по переменному току, цепочка *C10R22* корректирует частотную характеристику усилителя.

С обмоток *II* и *III* трансформатора сигнал поступает на базы транзисторов *Т4* и *Т5*, причем выводы обмоток подключены таким образом, что при одинаковых амплитудах фаза сигналов на базах транзисторов противоположна. В данном случае применение согласующего трансформатора избавляет от необходимости подбора для выходного каскада двух одинаковых транзисторов разной структуры.

Выходной каскад усилителя выполнен на транзисторах *Т4—Т7* по схеме с непосредственной связью и бестрансформаторным выходом. Необходимый ток покоя выходных тран-

зисторов задан начальным смещением на базах транзисторов *Т4* и *Т5*, которое определяется параметрами цепочек *R25*, *Д1*, *Д2* и *R26*, *Д3*, *Д4*. Эти цепочки одновременно обеспечивают термостабилизацию тока покоя.

В эмиттерных цепях транзисторов выходного каскада включены стабилизирующие резисторы *R27—R30*. Подбирая резисторы *R29* и *R30*, можно уравнивать токи выходных транзисторов и добиваться минимальных нелинейных искажений сигнала. Следует помнить, что для получения хорошей термостабильности усилителя и защиты выходных транзисторов от теплового пробоя не следует устанавливать резисторы *R27* и *R28* сопротивлением более 300 Ом.

Для получения равномерной частотной характеристики в усилителе введена отрицательная обратная связь, напряжение которой снимается с выхода усилителя и подается через цепочку *R31*, *С16*, *С17* в эмиттерную цепь транзистора *Т3*.

Нагрузкой усилителя являются две параллельно соединенные динамические головки ***Гр1*** и ***Гр2***. Для предотвращения самовозбуждения выходного каскада на высших частотах головки зашунтированы конденсатором *С15*. Одновременно этот конденсатор является и корректирующим для указанных частот.

При работе усилителя ток выходного каскада может изменяться в больших пределах. Если батарея питания новая, эти изменения тока не скажутся на напряжении питания. По мере старения батареи ее внутреннее сопротивление возрастает, что приводит к изменению напряжения при изменении тока нагрузки. В результате могут появиться нелинейные искажения сигнала и даже самовозбуждение усилителя. Чтобы устранить эти последствия, выходной и предварительный каскады усилителя питаются непосредственно от батареи, зашунтированной конденсатором *С13*, а остальные каскады — через развязывающий *RC*-фильтр, состоящий из резистора *R19* и конденсатора *С9*.

В походных условиях усилитель питается от внутреннего источника, а в стационарных — от внешнего, подключаемого через штекерное гнездо ***Гн4*** (при этом внутренний источник отключается). Другое штекерное гнездо (***Гн5***) предназначено для подключения выносной акустической колонки с активным сопротивлением 2—10 Ом и мощностью 5—10 Вт (например, 10МАС-1М). Головки ***Гр1*** и ***Гр2*** в этом случае отключаются.

Детали и конструкция. Транзисторы *Т1—Т4* могут быть с любым буквенным индексом и статическим коэффициентом передачи тока $B_{ст}$ 60—100 (*Т3*) и 40—60 (остальные). Вместо транзисторов КТ312 можно применить КТ315 с теми же значениями $B_{ст}$. Транзисторы *Т6, Т7* должны быть с $B_{ст}$ 60—80. Для этих транзисторов изготавливают теплоотводящие радиаторы из дюралюминия размером 34 × × 30 × 8 мм.

Переменный резистор *R1* — СП3-4в, переменные резисторы *R14* и *R17* — СП3-4а, постоянные резисторы *R29* и *R30* — проволочные, остальные резисторы — МЛТ-0,125.

Электролитические конденсаторы — типа К50-6, конденсатор *С6*—МБМ, остальные конденсаторы — КЛС.

Динамические головки *Гр1* и *Гр2* — типа 1ГД-36, их можно заменить на 1ГД-18, 1ГД-28 или 1ГД-4а.

Трансформатор *Тр1* выполнен на сердечнике Ш8 × 8 из пластин пермаллоя марки 50Н (можно использовать готовый сердечник от согласующего или выходного трансформатора радиоприемника ВЭФ-12. Обмотка *I* содержит 480 витков провода ПЭВ-1 0, 22, а обмотки *II* и *III* — по 120 витков того же провода. При изготовлении трансформатора сначала наматывают одну половину первичной обмотки (240 витков), затем двойным проводом — вторичные, а сверху — остальную половину первичной обмотки.

В качестве источника питания *Б1* используют шесть последовательно соединенных элементов «Сатурн», «Марс», «373». В стационарных условиях можно использовать выпрямитель, рассчитанный на напряжение 9—12 В при токе не менее 1 А.

Штекерные гнезда *Гн4, Гн5,* а также входные гнезда усилителя *Гн1—Гн3* — любые.

Детали усилителя смонтированы на плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита размером 110 × 4 × 78 мм. Сначала в плате сверлят отверстия по нанесенной сетке с размером ячеек 5 × 5 мм (рис. 2). Восемь отверстий диаметром 3,5 мм — крепежные: с помощью отверстий, расположенных по углам, плату крепят к шасси усилителя, а остальные отверстия используют для крепления транзисторов *Т6* и *Т7* с радиаторами. В отверстия диаметром 1,2 мм вставляют выводы деталей, а также выводы мягкого многожильного провода, соединяющего плату с переменными резисторами и гнездами.

Расположение деталей на плате показано на рис. 3.

Все электролитические конденсаторы и транзисторы (кроме *Т6* и *Т7*) устанавливают на плате вертикально. Резисторы, постоянные конденсаторы и диоды располагают в горизонтальной плоскости. Трансформатор крепят с помощью выводов, которые вставляют в соответствующие отверстия и распаивают.

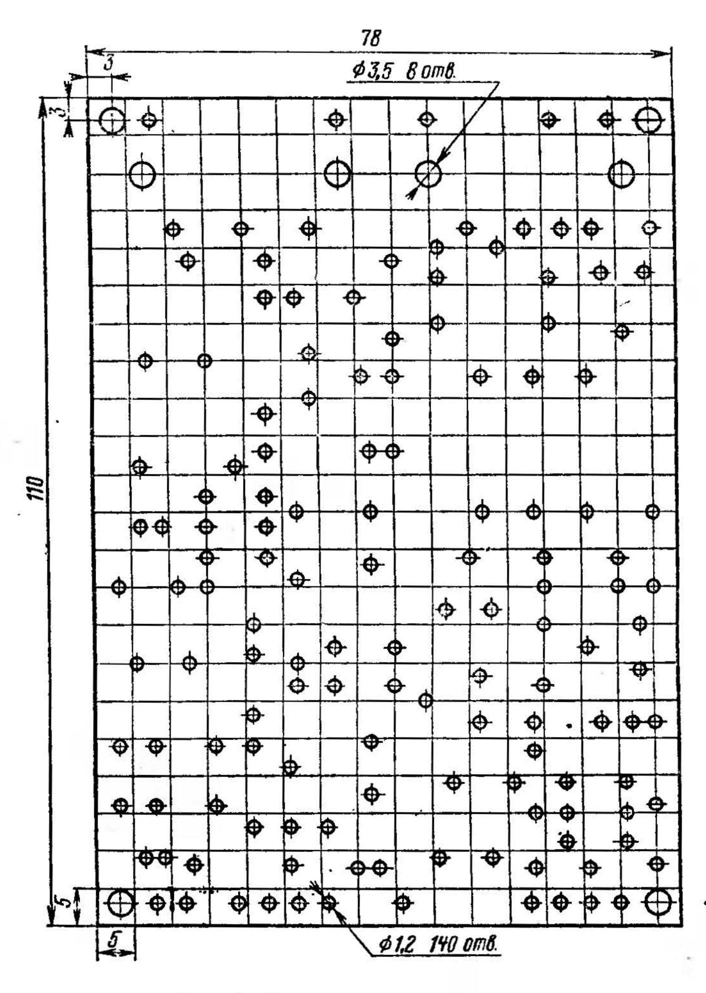


Рис. 2. Разметка печатной платы

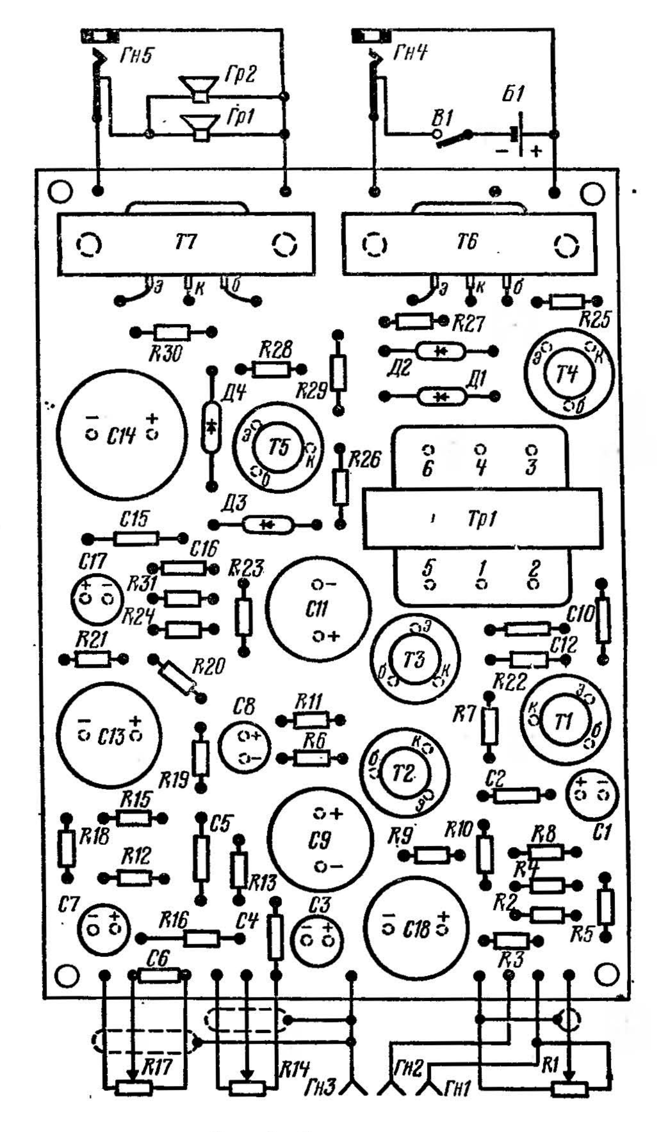


Рис. 8. Вид на монтаж

Вид на плату со стороны монтажных соединений показан на рис. 4. Если нет фольгированного стеклотекстолита, можно обойтись без печатного монтажа. В этом случае в заготовке платы из стеклотекстолита или гетинакса сверлят отверстия по диаметру имеющихся пустотелых заклепок. После развальцовки заклепок к ним припаивают выводы деталей, а монтажные соединения производят голым луженым про-

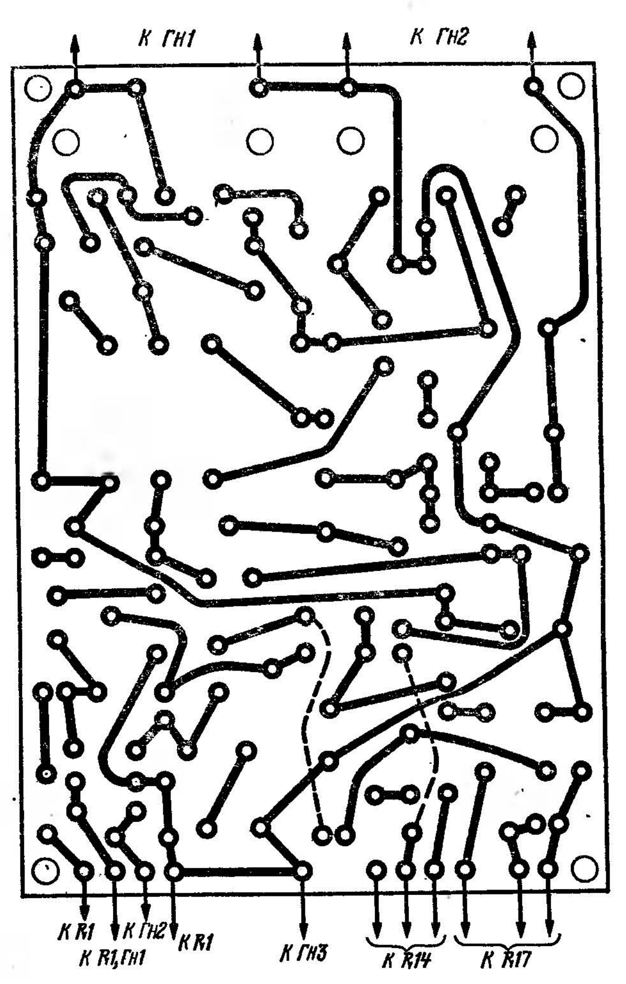


Рис. 4. Вид на плату со стороны монтажных соеднненний

водом диаметром 0,8—1 мм. В обоих случаях соединения, показанные пунктирными линиями, выполняют проводом в поливинилхлоридной изоляции.

Налаживание усилителя начинают с проверки режимов транзисторов по постоянному току при отсутствии входного сигнала (т. е. в режиме молчания). Указанные на принципиальной схеме напряжения измеряют высокоомным вольтметром относительно общего провода (минус источника питания). При необходимости режим работы транзисторов *Т1* и *Т2* устанавливают подбором резистора *R8*, а транзистора *Т3* — резистором *R20*. Далее с помощью резисторов *R25* и *R26* устанавливают начальный ток транзисторов *Т6* и *Т7*, равный 15—25 мА.

Затем отключают цепь обратной связи (вывод конденсатора *С17* отсоединяют от конденсатора *С14*) и подают на вход усилителя (гнезда *Гн1* и *Гн3*) сигнал звуковой частоты амплитудой 50—100 мВ. Движок переменного резистора *R1* в этом случае должен находиться в положении, соответствующем максимальной громкости, а движки резисторов *R14* и *R17* — в положении наиболее широкой полосы пропускания. Контролируя измерителем выхода или вольтметром переменного тока выходное напряжение усилителя, восстанавливают цепь обратной связи. Если при этом выходной сигнал увеличится или усилитель возбудится, значит, связь положительная и необходимо поменять местами выводы первичной обмотки трансформатора *Тр1*.

Для определения выходной мощности усилителя нужно подать на его вход от звукового генератора такое напряжение, чтобы высокоомный вольтметр, подключенный параллельно эквиваленту нагрузки (4 Ом), зафиксировал напряжение около 3 В. Тогда выходная мощность будет равна отношению квадрата выходного напряжения к сопротивлению нагрузки. Форма напряжения на коллекторе транзистора *Т7* (контролируют осциллографом) должна быть без характерных искажений типа «ступенька». Подобные искажения указывают на разные напряжения смещения на базах транзисторов *Т4* и *Т5*. Их придется подобрать точнее по минимальным искажениям сигнала.

Чувствительность усилителя будет соответствовать напряжению, подаваемому на вход усилителя при номинальной выходной мощности. Она зависит от глубины обратной связи. Чем больше номинал резистора *R31* и конденсатора *С17* обратной связи, тем выше чувствительность.

СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

ПРИСТАВКА ДЛЯ ПРИЕМА ТЕЛЕГРАФНЫХ И ОДНОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ

Г. Якименко

Во многих вещательных приемниках, построенных по супергетеродинной схеме, есть коротковолновый диапазон, в котором на участке 40 м работают любительские станции. Но прослушиваются лишь те из них, которые работают телефоном в режиме амплитудной модуляции. Телеграфные сигналы, а также сигналы радиостанций, работающих в режиме однополосной (*SSB*) модуляции, практически не прослушиваются.

Дело в том, что в телеграфном режиме антенна передатчика излучает не амплитудно-модулированные, а незатухающие колебания (*CW*). При приеме таких сигналов на вход детектора поступает немодулированный сигнал промежуточной частоты и детектор выделяет однополярные импульсы, которые подаются на вход усилителя НЧ. Из-за наличия переходных емкостей сигнал дифференцируется и в громкоговорителе слышны щелчки, а не музыкальный тон, как при сигналах с амплитудной модуляцией.

Для того чтобы приемником можно было прослушивать телеграфные сигналы, на вход детектора, помимо сигнала промежуточной частоты, должен поступать дополнительный сигнал в виде немодулированных по амплитуде и частоте колебаний, частота которых отличается от промежуточной на 1—2 кГц. В этом случае на выходе детектора будут выделятся не однополосные импульсы, а сигналы разностной частоты. После усиления они воспроизведутся громкоговорителем в виде тонального звука.

Для получения дополнительных колебаний в связных приемниках устанавливают второй, или телеграфный, гетеродин, включаемый при приеме телеграфных или *SSB* сигналов. Таким гетеродином можно дополнить любой вещательный приемник супергетеродинного типа с 40-метровым диапазоном.

Телеграфный гетеродин (рис. 1) выполнен на одном триоде лампы 6Н1П в виде приставки к приемнику. Поэтому гетеродин питается от собственного источника, состоящего

из трансформатора *Тр1*, выпрямителя, выполненного на диодах *Д1—Д4* по мостовой схеме, и фильтрующего конденсатора *С7*.

Гетеродин собран по схеме индуктивной трехточки. Частота генерируемых колебаний зависит от индуктивности катушки *L1* и емкости конденсаторов *С2—С4*. Конденсатором *С3* можно плавно изменять частоту колебаний в пределах 462—466 кГц и тем самым изменять тональность принимаемого сигнала.

В приставке можно использовать лампы 6Н1П, 6Н2П, 6Н6П. Катушка индуктивности содержит 120 витков провода ПЭВ-2 0,1, намотанных внавал на каркасе, размещенном в карбонильном сердечнике СБ-12а (СБ-1а). Отводы сделаны от 45-го и 100-го витков, считая от заземленного (нижнего по схеме) конца катушки.

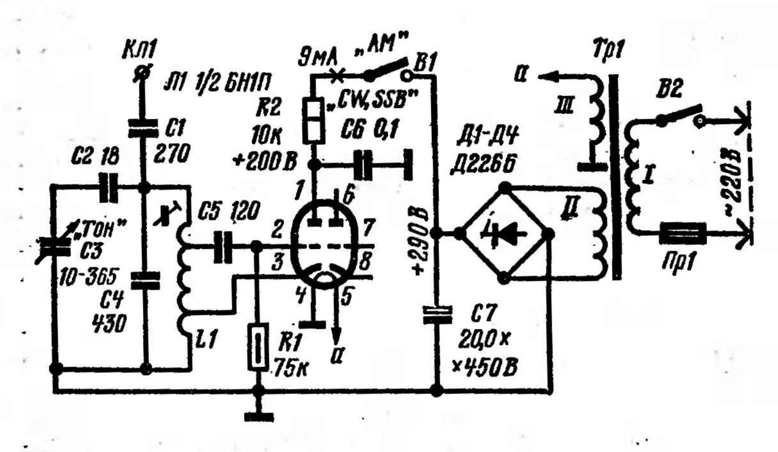


Рис. 1. Принципиальная схема приставки для приема телеграфных и однополосных сигналов

В качестве переменного конденсатора *С3* использована одна секция сдвоенного блока конденсаторов радиоприемника «Спидола». Конденсаторы *С2* и *С3* можно заменить одним емкостью 5—30 пФ.

Трансформатор питания *Тр1* можно использовать готовый от ламповых приемников. Он должен быть рассчитан на мощность не ниже 30 Вт. Переменное напряжение на обмот-

ке *II* должно быть 240—290 В, на обмотке *III* — 6,3 В. Самодельный трансформатор наматывают на сердечнике Ш25 × 30. Обмотка *I* содержит 1320 витков провода ПЭВ-2 0,2; обмотка *II* — 1500 витков ПЭВ-2 0,2; обмотка *III* — 40 витков ПЭВ-2 0,8.

Детали приставки можно расположить в любом корпусе подходящих габаритов. На переднюю стенку устанавливают выключатели *В1*, *В2* и переменный конденсатор *С3*, на заднюю стенку — зажим *Кл1*.

Правильно собранная приставка начинает работать сразу. Настройка ее сводится к установке частоты генерации около 464 кГц (или 466 кГц). Для этого приставку устанавливают рядом с приемником и подключают к зажиму *Кл1* отрезок провода длиной 50—80 см, который располагают у задней стенки приемника. Антенну от приемника временно отсоединяют.

Сначала в приемнике включают средневолновый диапазон, и устанавливают ручку настройки на волну примерно 320 м. Включают гетеродин приставки. Конденсатор *С3* устанавливают в среднее положение и вращают сердечник катушки индуктивности, наблюдая за оптическим индикатором настройки приемника. При некотором положении сердечника светящийся сектор индикатора сойдется, что укажет на прием сигнала второй гармоники гетеродина-приставки. В громкоговорителе будет прослушиваться свистящий звук, тональность которого понижается по мере настройки частоты гетеродина.

Чтобы убедиться, что гетеродин работает на нужной частоте, приемник перестраивают на волну около 210 м. Схождение сектора индикатора настройки будет свидетельствовать о приеме сигналов третьей гармоники гетеродина.

Затем к приемнику подсоединяют антенну, а выключатель *В1* приставки устанавливают в положение «*АМ*». Приемник настраивают на какую-нибудь вещательную станцию средневолнового или длинноволнового диапазона, после чего выключатель *В1* приставки ставят в положение «*CW*, *SSB*». Передача должна сопровождаться свистящим звуком определенного тона. Вращением в небольших пределах сердечника катушки *L1* можно изменять тон мешающего звука вплоть до нулевых биений. Сердечник устанавливают в такое положение, при котором высота тона равна примерно 1000 Гц. Лучше всего это делать во время паузы в передаче. Приставка готова к работе.

В приемнике включают коротковолновый диапазон, перекрывающий 40-метровый любительский диапазон. Настройку на радиостанции, работающие в режиме телеграфа или однополосной модуляции, ведут при включенном гетеродине приставки. Вращением оси переменного конденсатора *С3* устанавливают наиболее приятный тон принимаемого сигнала. Во время приема амплитудно-модулированного сигнала переключатель *В1* устанавливают в положение «*АМ*» или выключают приставку выключателем *В2*.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ

В. Дидковский,
А. Марин,
Н. Сосновский

Предназначен для использования в качестве источника питания различных транзисторных конструкций. Он обеспечивает выпрямленное напряжение 12 В при токе до 300 мА. Пульсации выпрямленного напряжения не превышают 1 мВ, а стабильность напряжения сохраняется при изменении напряжения сети на ± 15%.

Блок питания (рис. 1) состоит из двух выпрямителей и стабилизирующего каскада. Один из выпрямителей выполнен на диодах *Д2* и *Д3* по двухполупериодной схеме. Выпрямленное напряжение фильтруется конденсатором *С2* и подается через регулируемый транзистор *Т1* на выходные зажимы *Кл1* и *Кл2*.

Второй выпрямитель выполнен на диоде *Д1* по однопо-

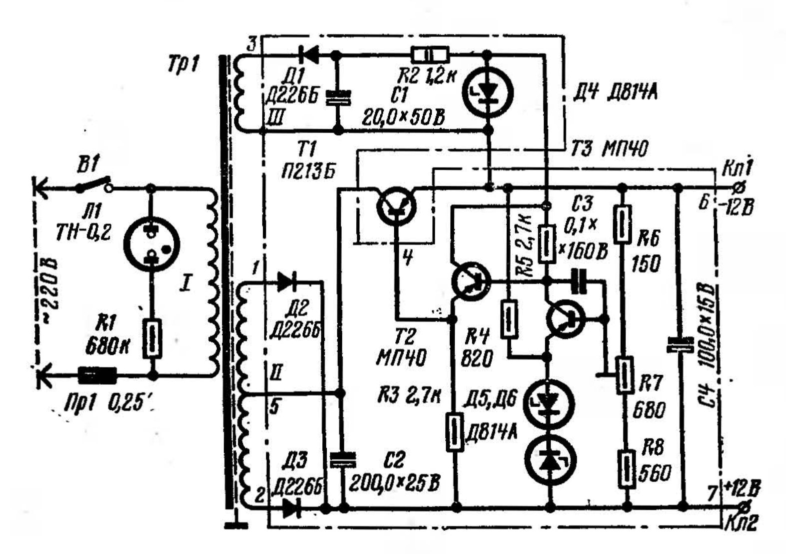


Рис. 1. Принципиальная схема блока питания

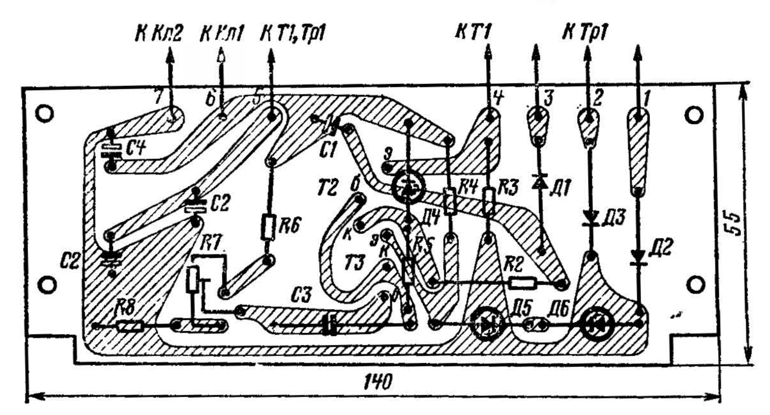


Рис. 2. Печатная плата и схема соединений

Прокладка
Т1
Тр1
Печатная плата
Шасси

Рис. 3. Расположение деталей на шасси

лупериодной схеме. Выпрямленное напряжение фильтруется конденсатором *C1* и поступает на стабилизатор, собранный на кремниевом стабилитроне *Д4*. Со стабилитрона напряжение подается на усилитель постоянного тока (*Т3*) и эмиттерный повторитель (*Т2*).

Часть выходного напряжения блока питания снимается с движка подстроечного резистора *R7*, включенного в цепи делителя напряжения *R6*, *R7*, *R8*. Снимаемое напряжение сравнивается с опорным напряжением на эмиттере транзистора *Т1*. Оно образовано стабилитроном *Д5*, стабилитрон *Д6* выполняет роль термостабилизирующего элемента. Разность напряжений между снимаемым с движка резистора *R7* и опорным усиливается транзистором *Т3* и подается через эмиттерный повторитель на базу регулируемого транзистора *Т1*. В зависимости от величины регулирующего напряжения изменяется сопротивление коллекторного перехода этого транзистора, а следовательно, и напряжение на выходе блока питания. Подстроечным резистором *R7* выходное напряжение можно регулировать в пределах 12 ± 2 В.

Детали стабилизатора блока питания изолированы от корпуса, что позволяет питать электронные устройства при различном заземлении выходных зажимов.

Детали и конструкция. В блоке питания применены электролитические конденсаторы типа К50-6. Конденсатор *C2*

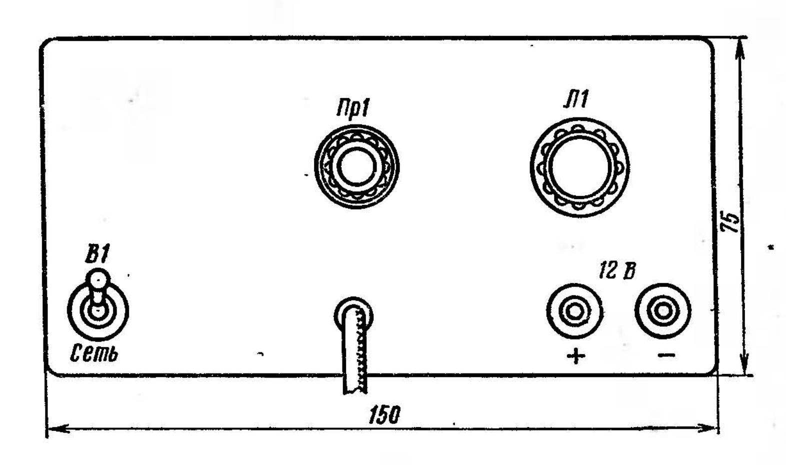


Рис. 4. Передняя панель блока питания

составлен из двух таких конденсаторов емкостью по 100 мкФ, включенных параллельно.

Подстроечный резистор *R7* — СП3-2б, но можно применить и другие малогабаритные резисторы, например СП3-1а, СП3-1б.

Трансформатор питания *Тр1* собран на сердечнике ШЛ12×25. Обмотка *I* содержит 2200 витков провода ПЭВ-2 0,18, обмотка *II* — 340 витков провода ПЭВ-2 0,33 с отводом от середины, обмотка *III* — 330 витков ПЭВ-2 0,15. В качестве экрана между первичной и вторичными обмотками использована обмотка из одного слоя провода ПЭВ-2 0,15. Начало (или конец) экранирующей обмотки соединен с корпусом блока питания.

Бóльшая часть деталей смонтирована на печатной плате (рис. 2) из фольгированного стеклотекстолита (можно гетинакса). Плата прикреплена к шасси (рис. 3), изготовленному из стали толщиной 1,5—2 мм. На шасси установлены трансформатор питания и транзистор *Т1*. Для транзистора изготовлен теплоотводящий радиатор из алюминия размером 40 × 40 × 5 мм. Радиатор должен быть электрически изолирован от шасси.

Шасси с печатной платой установлено в корпусе размером 150 × 75 × 90 мм (рис. 4), изготовленном из алюминия или «мягкого» дюралюминия. На передней стенке корпуса расположены выключатель питания *В1*, предохранитель *Пр1*, сигнальная лампа *Л1*, выходные зажимы *Кл1* и *Кл2*.

Этот блок питания можно использовать и для питания электронных устройств, рассчитанных на напряжение 9 В или 6 В. В этом случае в блоке нужно заменить стабилитрон Д814А другим, с меньшим напряжением стабилизации.

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ГИРЛЯНД НА ЛАМПАХ МТХ-90

Ю. Медведев

Переключатель гирлянд (рис. 1) состоит из генератора импульсов, триггера и тиристорных ключей. Генератор импульсов выполнен на тиратроне с холодным катодом типа МТХ-90 (*Л1*), анод и управляющая сетка которого соединены. Поэтому в данном случае тиратрон используется в роли неоновой лампы, на которой собран релаксационный генератор.

Триггер собран также на лампах с холодным катодом и обладает двумя устойчивыми состояниями. Переход из одного состояния в другое осуществляется подачей положительного импульса на управляющие сетки ламп.

Тиристорные ключи выполнены на широко распространенных тиристорах типа КУ201К. Тиристоры включены последовательно с лампами гирлянд.

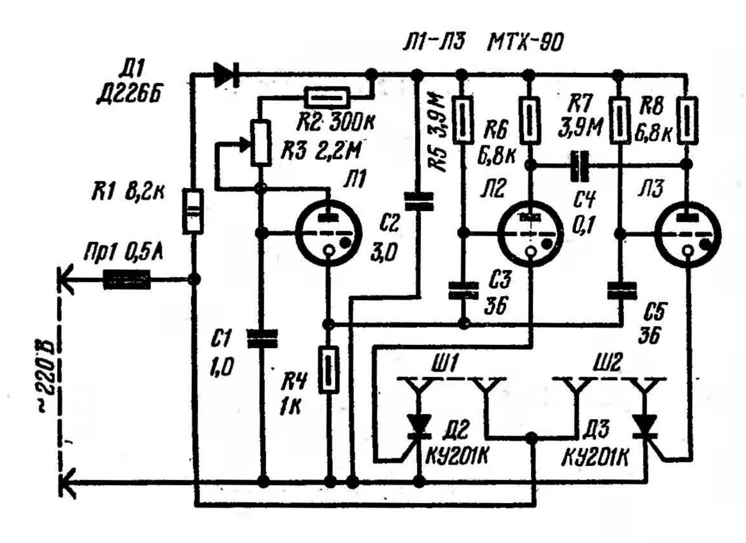


Рис. 1. Принципиальная схема переключателя гирлянд

Генератор импульсов и триггер питаются от однополупериодного выпрямителя, собранного на диоде *Д1*. Резистор *R1* гасит излишек напряжения, а конденсатор *С2* фильтрует выпрямленное напряжение.

При включении устройства в сеть начинает заряжаться конденсатор *С1* (через последовательно соединенные резисторы *R2* и *R3*). Когда напряжение заряда достигнет напряжения зажигания лампы *Л1*, она вспыхнет и конденсатор быстро разрядится через лампу и резистор *R4*. Частота вспышек зависит от сопротивления резисторов *R2* и *R3* и регулируется переменным резистором *R3*. При каждой вспышке на резисторе *R4* появляется импульс напряжения, который через конденсаторы *С3* и *С5* поступает на управляющие сетки ламп триггера (*Л2* и *Л3*).

Сразу после включения устройства в сеть зажигается одна из ламп триггера. При поступлении на сетки ламп импульса с генератора зажигается лампа, которая ранее была погашена. Напряжение на ее аноде уменьшается скачком до напряжения горения. Иначе говоря, на аноде зажигающейся лампы появляется импульс напряжения, который через конденсатор *С4* подается на анод горящей лампы,

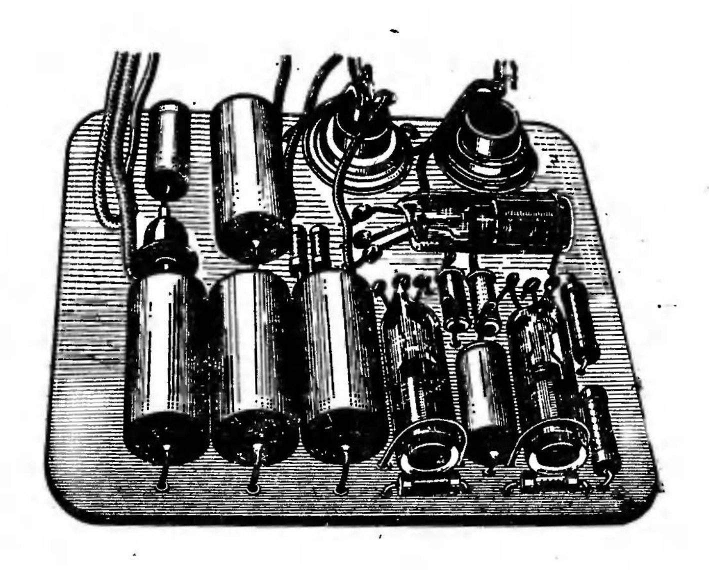


Рис. 2. Расположение деталей на плате

уменьшая напряжение на ней до величины ниже напряжения гашения. Лампа гаснет.

При появлении следующего импульса с генератора триггер переходит в другое устойчивое состояние. Таким образом, пока устройство включено в сеть, лампы триггера будут поочередно вспыхивать через определенные промежутки времени, установленные переменным резистором *R3*. Поскольку катоды ламп подключены к управляющим электродам тиристоров *Д2* и *Д3*, при вспыхивании той или иной лампы триггера по цепи управляющего электрода соответствующего тиристора потечет ток. Тиристор откроется и включит гирлянду.

Устройство рассчитано на работу с двумя гирляндами: одна включается в двухгнездную розетку *Ш1*, другая — в розетку *Ш2*. Ток потребления гирлянд не должен превышать допустимого значения тока через тиристор.

Конденсаторы *С1*, *С4* — МБМ на напряжение 160 В, конденсатор *С2* составлен из трех параллельно включенных конденсаторов МБМ емкостью по 1 мкФ на напряжение 160 В, конденсаторы *С3* и *С5* — КТК-1.

Детали переключающего устройства смонтированы на печатной плате (рис. 2) из фольгированного стеклотекстолита размером 100 × 90 мм, которую можно укрепить в любом подходящем корпусе. Лампы прикреплены к плате проволочными скобами, соединенными электрически с анодами ламп.

Устройство не требует налаживания и при исправных деталях и отсутствии ошибок в монтаже начинает работать сразу после включения.

Может оно работать и при сетевом напряжении 127 В. В этом случае параллельно резистору *R1* нужно подключить добавочный резистор, сопротивление которого должно быть таким, чтобы напряжение на конденсаторе *С2* было около 100 В.

«БЕГУЩИЕ ОГНИ» НА ТРЕХФАЗНОМ МУЛЬТИВИБРАТОРЕ

А. Фрост

Один из простых вариантов получения эффекта «бегущие огни» — использование переключателя гирлянд, собранного по схеме трехфазного мультивибратора (рис. 1). Он собран на транзисторах *Т1*, *Т3*, *Т5*, остальные транзисторы выпол-

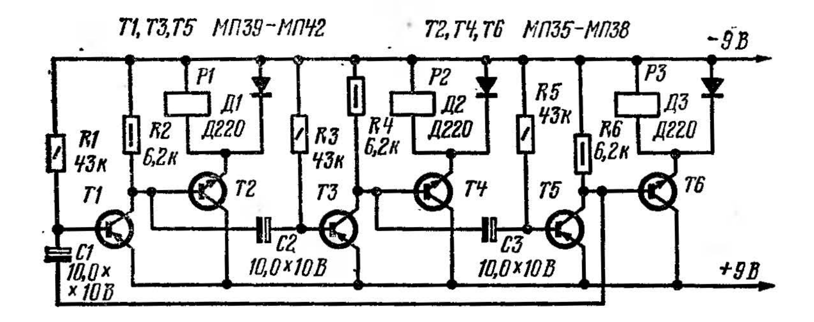


Рис. 1. Принципиальная схема устройства «бегущие огни»

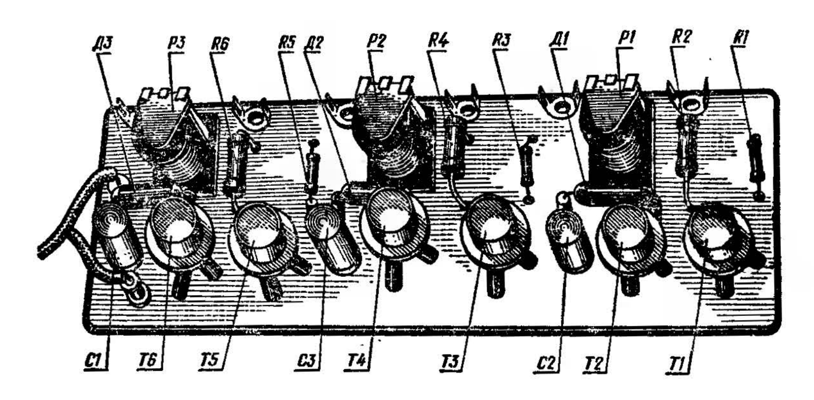


Рис. 2. Расположение деталей на печатной плате

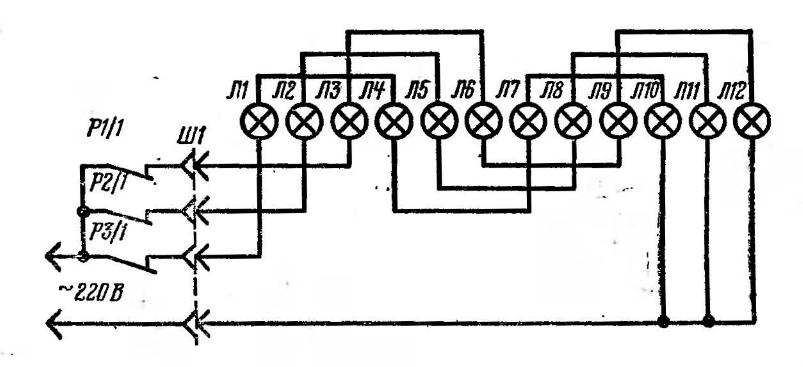


Рис. 3. Схема подключения ламп гирлянд

няют роль усилителей тока. Нагрузками усилителей являются электромагнитные реле, коммутирующие своими контактами лампы гирлянд. Обмотки реле зашунтированы диодами, предупреждающими появление экстра-токов.

В устройстве применены транзисторы структуры *p-n-p* и *n-p-n* со статическим коэффициентом передачи тока $B_{ст}$ около 30. Реле *P1—P3* — РЭС-10 (паспорт РС4.524.303). Источник питания — две последовательно соединенные батареи 3336Л.

Детали устройства можно смонтировать на плате из стеклотекстолита или гетинакса (рис. 2). Для подпайки выводов деталей в плате развальцовывают пустотелые пистоны или припаивают детали к токопроводящим проводникам печатного монтажа (при наличии платы с фольгированным покрытием).

Для получения эффекта «бегущие огни» лампы гирлянд должны быть соединены последовательно и расположены относительно друг друга так, как это показано на рис. 3. Расстояние между ними — 10—40 мм в зависимости от их габаритов. Количество ламп в гирлянде определяется их параметрами и напряжением сети. Если, например, воспользоваться лампами освещения шкалы радиоприемника на напряжение 6,3 В, их потребуется для одной гирлянды 25 штук при напряжении сети 127 В и 40 штук для сети 220 В.

Гирлянды подключают к устройству с помощью разъема *Ш1*, как это показано на рис. 3, или присоединяют провода от гирлянд к контактным лепесткам, установленным на плате.

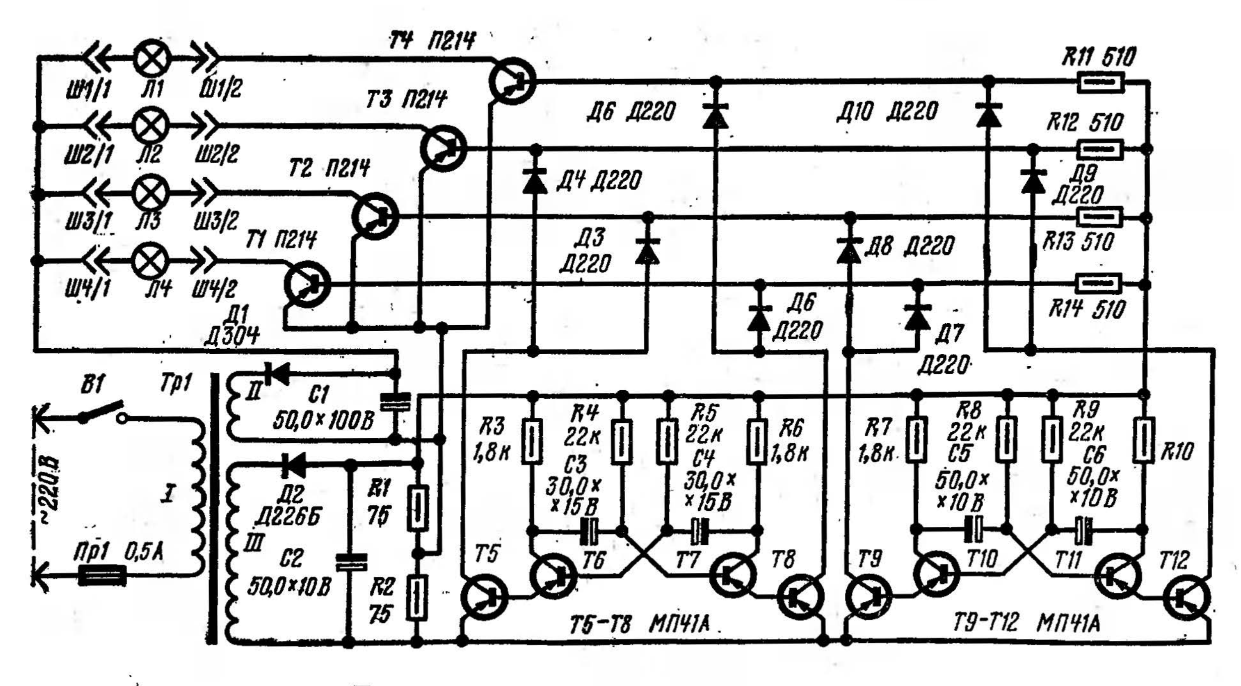
Устройство не требует налаживания и при исправных деталях начинает работать сразу. Изменять частоту переключения гирлянд можно подбором переходных конденсаторов *C1—C3* или базовых резисторов *R1*, *R3*, *R5*.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ГИРЛЯНД С ДИОДНЫМ ДЕШИФРАТОРОМ

В. Вохмянин

Это автоматическое устройство предназначено для коммутации четырех гирлянд, состоящих из ламп общим напряжением не более 60 В при токе потребления до 0,25 А.

Его схема (см. рисунок) состоит из двух мультивибраторов (транзисторы *T5—T8* и *T9—T12*), диодного дешифра-



Принципиальная схема переключателя гирлянд

тора (*Д3—Д10*) и выходного каскада на транзисторах *Т1—Т4*, работающих в ключевом режиме. В коллекторную цепь выходных транзисторов включены гирлянды ламп.

Для питания переключающего устройства применены два выпрямителя. Первый, собранный на диоде *Д1* по однополупериодной схеме, питает транзисторы выходного каскада. Постоянное напряжение на мультивибраторы подается со второго выпрямителя, собранного на диоде *Д2* по однополупериодной схеме. С этого же выпрямителя через резисторы *R11—R14* подается отрицательное (относительно эмиттеров транзисторов *Т1—Т4*, подключенных к средней точке делителя *R1R2*) напряжение смещения на базы выходных транзисторов.

Устройство работает следующим образом. Предположим, что вначале открыты транзисторы *Т5*, *Т6* первого мультивибратора и *Т9*, *Т10* второго. Тогда на базы транзисторов *Т1—Т3* относительно их эмиттеров будет подано через коллекторные переходы транзисторов *Т5* и *Т9*, а также через диоды *Д3*, *Д4*, *Д7*, *Д8* положительное напряжение, и указанные транзисторы окажутся закрытыми. Открытым останется транзистор *Т4*, поэтому включенная в его коллекторную цепь гирлянда ламп *Л1* будет гореть.

Через некоторое время состояние транзисторов первого мультивибратора изменится — откроются *Т7*, *Т8* и закроются *Т5*, *Т6*. При этом на базу транзистора *Т4* будет подано через коллекторный переход транзистора *Т8* и диод *Д6* положительное напряжение смещения. Транзистор закроется, и гирлянда *Л1* погаснет. Вместо нее загорится гирлянда *Л2*. Спустя некоторое время изменится состояние транзисторов и во втором мультивибраторе — загорится гирлянда *Л3* и т. д.

Частотозадающие цепочки мультивибраторов выбраны с разными постоянными времени, поэтому мультивибраторы будут переключаться независимо друг от друга и с различной частотой. В результате продолжительность горения каждой гирлянды будет периодически изменяться, что позволит получить оригинальные световые эффекты, особенно при соответствующей раскраске ламп гирлянд и их размещении на елке.

Вместо транзисторов П214 в устройстве можно использовать транзисторы П215, П217В, П217Г. Транзисторы МП41А можно заменить транзисторами МП39, МП40, МП42. Диод Д304 можно заменить диодом Д242Б; Д226Б — любым

выпрямительным диодом, рассчитанным на ток не менее 100 мА; Д220 — диодами Д223, Д219, Д101, Д102, Д104 и другими кремниевыми диодами, рассчитанными на ток не менее 20 мА и обратное напряжение не ниже 20 В.

Электролитические конденсаторы — типа К50-3 (*С1*) и К50-6 (остальные), резисторы — МЛТ-0,5.

В качестве трансформатора питания можно применить готовый трансформатор мощностью не менее 30 Вт н напряжением на обмотке *II* около 40 В, а на обмотке *III* — 6,3 В. Самодельный трансформатор наматывают на сердечнике Ш20 × 30. Обмотка *I* должна содержать 2200 витков провода ПЭВ-1 0,15, обмотка *II* — 500 витков ПЭВ-1 0,35, обмотка *III* — 60 витков ПЭВ-1 0,35.

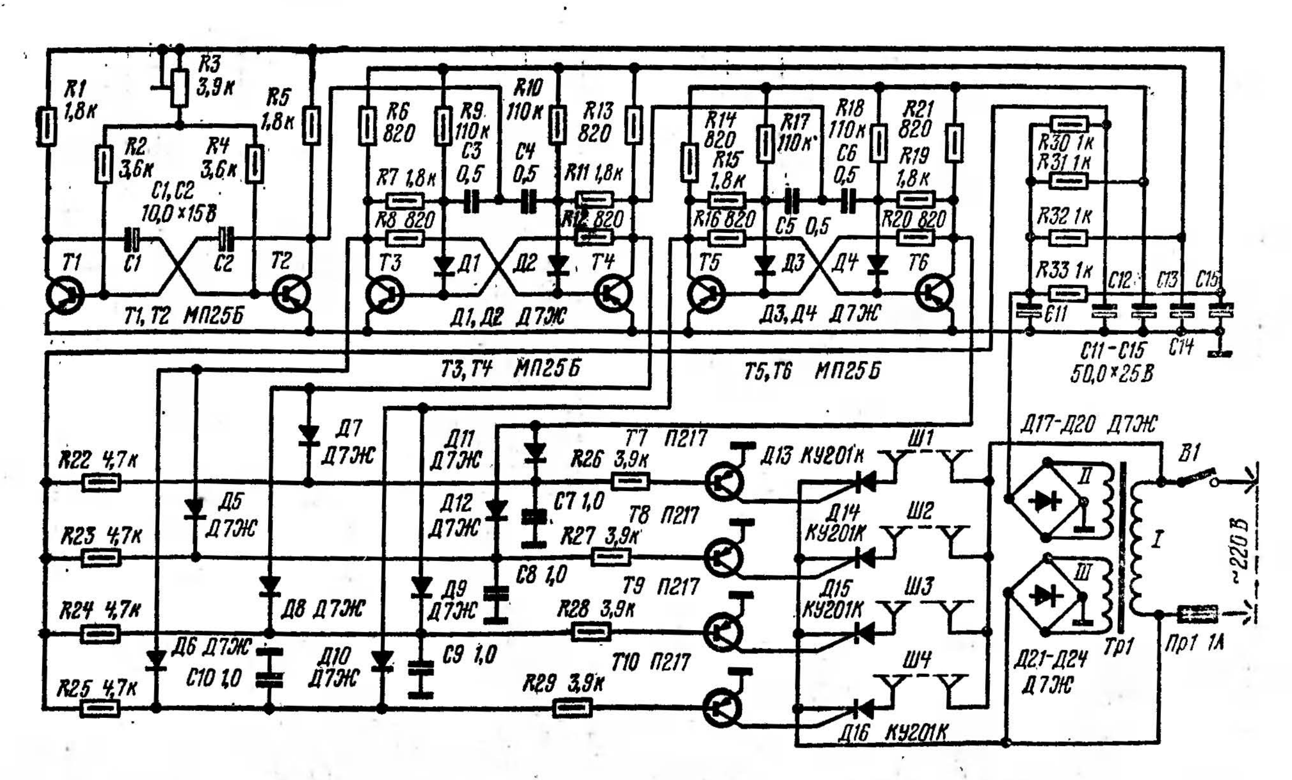
«БЕГУЩИЕ ОГНИ»

В. Бондаренко,
В. Буклей,
В. Синельников,
Н. Соболев

Описываемое устройство, принципиальная схема которого приведена на рисунке, предназначено для получения эффекта «бегущие огни» на новогодней елке. Оно состоит из задающего генератора, двух триггеров, диодной матрицы, выходного каскада с тринисторами и блока питания.

Задающий генератор выполнен на транзисторах *Т1* и *Т2* по схеме самовозбуждающегося мультивибратора. Частоту следования импульсов мультивибратора можно изменять подстроечным резистором *R3*. С нагрузки одного из плеч мультивибратора (резистор *R5*) импульсы положительной полярности подаются на первый триггер, собранный на транзисторах *Т3* и *Т4*. При каждом импульсе триггер переходит в другое устойчивое состояние. Если, к примеру, вначале был открыт транзистор *Т3*, а *Т4* закрыт, при поступлении положительного импульса транзистор *Т3* закрывается, а *Т4* открывается. Диоды *Д1* и *Д2* препятствуют попаданию отрицательных импульсов мультивибратора на базы транзисторов триггера.

С резистора нагрузки *R13* правого (по схеме) плеча триггера сигнал поступает на второй триггер, выполненный на транзисторах *Т5* и *Т6* по аналогичной схеме. Частота его переключения вдвое меньше, чем первого триггера.



Принципиальная схема «бегущих огней»

Выходы обоих триггеров соединены с диодной матрицей, собранной на диодах *Д5—Д12* и служащей для последовательного включения ламп гирлянд. Диоды матрицы подключены к выходному каскаду, собранному на транзисторах *Т7—Т10* и тринисторах *Д13—Д16*. Выходной каскад работает в ключевом режиме и управляет гирляндами, включенными в двухгнездные розетки *Ш1—Ш4*.

Рассмотрим подробнее работу диодной матрицы и выходного каскада. Предположим, что первоначально триггеры находятся в таком состоянии, что транзисторы *Т4* и *Т6* открыты, а *Т3* и *Т5* закрыты. Тогда точки соединения резисторов *R22* и *R26*, *R23* и *R27*, *R24* и *R28* окажутся соединенными через диоды *Д7*, *Д8*, *Д11*, *Д12* и коллекторные переходы открытых транзисторов *Т4*, *Т6* с общим проводом питания и на базах транзисторов *Т7—Т9* не будет отрицательного напряжения смещения. Эти транзисторы будут закрыты. В то же время в точке соединения резисторов *R25* и *R29*, с которыми соединены диоды *Д6* и *Д10*, подключенные к закрытым в данный момент транзисторам *Т3* и *Т5*, остается отрицательное напряжение, подаваемое с выпрямителя через резистор *R25*. Транзистор *Т10* будет открыт, и ток его коллектора потечет через цепь управляющего электрода тринистора *Д16*. Загорится гирлянда ламп, подключенная к к розетке *Ш4*.

При поступлении положительного импульса мультивибратора на вход первого триггера он перейдет в другое состояние — транзистор *Т3* будет открыт, а транзистор *Т4* закрыт. Состояние второго триггера в этом случае не изменится, поскольку на его вход поступит отрицательный импульс с первого триггера. Нетрудно проследить по схеме, что точки соединения резисторов *R23* и *R27*, *R24* и *R28*, *R25* и *R29* окажутся соединенными с общим проводом, а в точке соединения резисторов *R22* и *R26* останется отрицательный потенциал. Поэтому откроется транзистор *Т7* и загорятся лампы гирлянды, включенной в розетку *Ш1*.

Следующий положительный импульс, поступивший на вход первого триггера, изменит состояние обоих триггеров, и включится гирлянда ламп, соединенная с розеткой *Ш2*. И так будут включаться последовательно лампы всех гирлянд. Чтобы получить эффект «бегущие огни», лампы гирлянд должны быть расположены в определенном порядке — рядом с лампой первой гирлянды должна стоять лампа второй гирлянды, затем третьей, четвертой, снова первой и т. д.

Конденсаторы *С7—С10* предназначены для гашения коротких импульсов, возникающих в результате переходных процессов в триггерах.

Блок питания состоит из трансформатора *Тр1*, двух выпрямителей, выполненных на диодах *Д17—Д20* и *Д21—Д24* по мостовой схеме, и развязывающих фильтров. Выпрямитель на диодах *Д21—Д24* обеспечивает питание выходных транзисторов *Т7—Т10*, а выпрямитель на диодах *Д17—Д20* — питание мультивибратора и триггеров (через соответствующие развязывающие *RC*-фильтры).

Электролитические конденсаторы *С1*, *С2*, *С11—С15* — К50-6, конденсаторы *С3—С10* — МБМ. Постоянные резисторы — МЛТ-0,5Х, подстроечный *R3* — СПО-0,5. Диоды *Д1—Д24* могут быть Д7Б—Д7Ж, Д202—Д205. Транзисторы *Т1—Т6* могут быть МП25А, МП26А, МП26Б со статическим коэффициентом передачи тока не менее 40. Вместо транзисторов П217 (*Т7—Т10*) можно применить П213, П4 (с любым буквенным индексом). Тринисторы КУ201К можно заменить на КУ201Л.

Трансформатор питания выполнен на сердечнике Ш20 × 30. Обмотка *I* содержит 1760 витков провода ПЭВ-2 0,18; обмотка *II* — 300 витков ПЭВ-2 0,25; обмотка *III* — 40 витков ПЭВ-2 0,31.

КОДОВЫЙ ЗАМОК С ЕМКОСТНОЙ ПАМЯТЬЮ

В. Сокольский

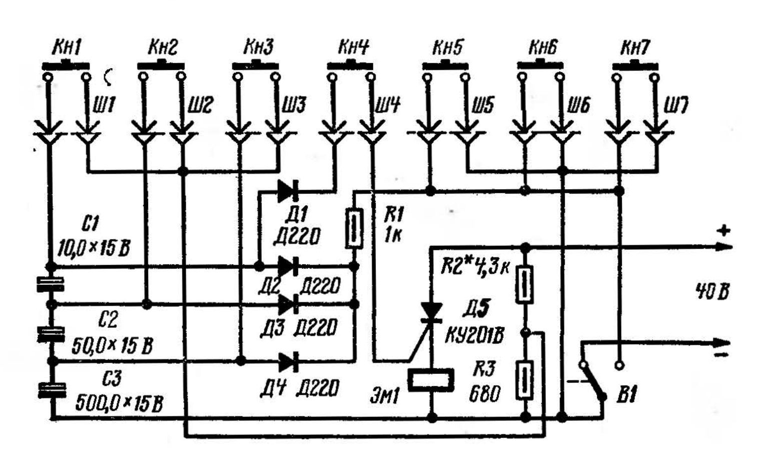
Этот замок можно установить на двери радиокружка, лаборатории или другого помещения, в которое должен быть ограничен доступ посторонних лиц.

Для изготовления кодового замка (см. рисунок) потребуется немного деталей. Электролитические конденсаторы *С1—С3* могут быть типа К50-6, резисторы *R1—R3* — МЛТ-0,5, диоды *Д1—Д4* — любые кремниевые, рассчитанные на ток не менее 30 мА и напряжение не менее 40 В. Кнопки *Кн1—Кн7* и разъемы *Ш1—Ш7* — любые, даже самодельные. Электромагнит (соленоид) *Эм1* должен быть с сопротивлением обмотки 20—25 Ом. Его можно изготовить по описанию, помещенному в журнале «Радио» (1973, № 8, с. 33). Электромагнит механически соединен с ригелем замка или

с ручкой его задвижки. Тринистор *Д5* может быть типа КУ201В—КУ201Л или КУ202В—КУ202Н.

«Памятью» замка являются последовательно соединенные конденсаторы *С1—С3*. Выводы положительных обкладок конденсаторов подключены к розеткам кодировочных разъемов *Ш1—Ш3*, на которые подано постоянное напряжение с делителя *R2R3*. Напряжение «памяти» поступает через диод *Д1* и контакты кнопки, включенной в розетку разъема *Ш4*, на управляющий электрод тринистора.

Код четырехзначный, и в данном случае он соответствует числу 1234, но может быть и другим, например 5263 или 3152. Первая цифра кода должна соответствовать номеру кнопки, подключенной к розетке разъема *Ш1*, вторая — *Ш2*, третья—*Ш3*, четвертая — *Ш4*. Чтобы открыть дверь, нужно нажать кнопки в порядке, установленном кодом. Так, для показанного на схеме кода первой нужно нажать кнопку *Кн1*. Через конденсаторы пройдет импульс тока, и конденсатор *С1* окажется заряженным до напряжения, примерно равного 80—85% напряжения, снимаемого с резистора *R3*. При нажатии кнопки *Кн2* до такого напряжения будет заряжен и конденсатор *С2*, а при нажатии кнопки *Кн3* зарядится конденсатор *С3* (до полного напряжения, снимаемого с делителя). Заряженные конденсаторы являются своеобразными источниками напряжения, соединенны-



Принципиальная схема кодового замка с емкостной памятью

ми последовательно, поэтому общее напряжение, измеренное между положительной обкладкой конденсатора *C1* и отрицательной обкладкой конденсатора *C3* будет примерно в 2,7 раза больше напряжения, снимаемого с резистора *R3*. При нажатии последней кнопки кода (*Кн4*) это напряжение будет приложено к управляющему электроду тринистора *Д5*. Он откроется и подключит обмотку электромагнита *Эм1* к источнику питания. Замок двери будет открыт.

Во время открывания двери размыкающиеся контакты переключателя *В1*, установленного на ней, снимут напряжение питания с кодового устройства, а замыкающиеся контакты разрядят конденсаторы *C1—C3* через диоды *Д2—Д4* и резистор *R1*. При закрывании двери кодовое устройство примет исходное положение.

Если последовательность нажатия кодовых кнопок была нарушена, конденсаторы зарядятся до напряжения, недостаточного для открывания тринистора, и дверь останется закрытой. Когда при наборе кода нажимают одну из некодовых кнопок (в данном случае *Кн5—Кн7*), конденсаторы «памяти» разрядятся через диоды *Д2—Д4* и резистор *R1*, и замок не сработает.

Для питания кодового устройства можно использовать любой выпрямитель, обеспечивающий напряжение 40 В при токе до 2 А.

Налаживание устройства сводится к подбору резистора *R2*. Временно вместо него подключают переменный резистор сопротивлением 10 кОм. Вращением движка резистора устанавливают такое напряжение на резисторе *R3*, чтобы суммарное напряжение на конденсаторах *C1—C3* при правильном наборе кода было немногим более напряжения открывания тринистора. В то же время при нажатии только двух кнопок кода этого напряжения должно быть недостаточно для открывания тринистора. Подобрав требующийся режим, замеряют полученное сопротивление переменного резистора и устанавливают в устройство постоянный резистор с таким же сопротивлением.

КОДОВЫЙ ЗАМОК С ШАГОВЫМ ИСКАТЕЛЕМ

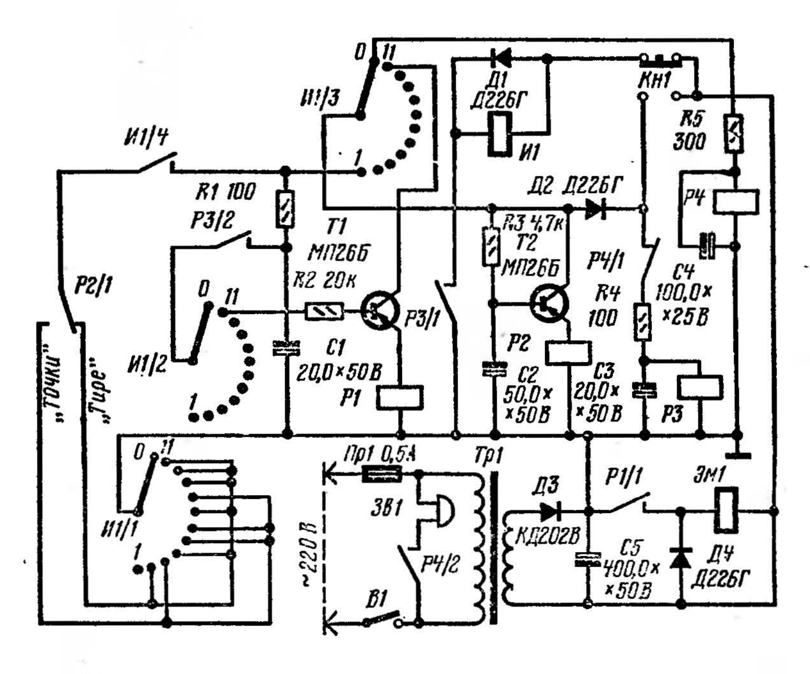
В. Воейков

Он отличается от подобных устройств тем, что набор кода осуществляется нажатием на кнопку звонка, причем продолжительность нажатий (их должно быть 11) различная

и чередуется в определенной последовательности. Общая кнопка для звонка и набора кода позволяет замаскировать наличие автомата открывания двери. Для запоминания кода достаточно воспользоваться телеграфной азбукой и выбрать подходящее сочетание букв или цифр, содержащее требуемое количество точек и тире кода.

В замке (см. рисунок) использовано четыре реле времени, каждое из которых рассчитано на определенную выдержку срабатывания или задержку отпускания.

Если посетитель не знает о существовании кодового устройства, он нажимает кнопку *Кн1*, установленную вблизи входной двери, в течение не менее 0,5 с. При этом через замыкаемые нижние (по схеме) контакты кнопки минус источника питания подается через диод *Д2*, щетку *И1/3* искателя *И1* на реле времени *Р4*. Оно срабатывает примерно через 0,1—0,2 с после нажатия кнопки и контактами *Р4/2* включает звонок *Зв1*. Такая задержка не заметна на слух, но ее вве-



Принципиальная схема кодового замка с шаговым искателем

дение позволяет использовать ту же кнопку для набора кода. Для этого нужно первоначально нажать кнопку в течение не более 0,1 с. Сработает реле времени, выполненное на реле *Р3* по схеме с замедлением на отпускание. После отпускания кнопки через ее размыкающие контакты и контакты *Р3/1* реле *Р3* кратковременно подключается к источнику питания обмотка шагового искателя *И1*, который делает один «шаг» и устанавливает все щетки в положение *1*. Щетка *И1/3* размыкает цепь питания реле *Р4* и подсоединяет через резистор *R1* и диод *Д2* конденсатор *С1* к контактам кнопки. Теперь при каждом нажатии кнопки будет срабатывать реле *Р3*, а при отпускании — искатель *И1*.

С этого момента практически начинают набор кода, заключающийся в коротких или продолжительных (точки или тире телеграфной азбуки) нажатиях кнопки — в зависимости от того, с каким контактом будет соединена щетка *И1/1* после отпускания кнопки. Так, вначале нужно нажать кнопку в течение не менее 0,3 с (тире). Напряжение источника питания поступит через диод *Д1* и резистор *R1* на конденсатор *С1* и зарядит его, а сработавшее реле *Р2* (оно использовано в реле времени, выполненном на транзисторе *Т2*) отключит контактами *Р2/1* шину «*тире*» от контактов *И1/4*. После отпускания кнопки искатель сделает один «шаг», подключив через щетку *И1/1* и контакт *2* к шине «*тире*» плюсовой вывод конденсатора *С1*. При этом кратковременно замыкаются контакты *И1/4* и проверяется правильность набора кода. В данном случае элемент кода был набран правильно, поэтому конденсатор *С1* останется по-прежнему заряжен — ведь контакты *И1/4* раньше, чем контакты *Р2/1*, возвратятся в первоначальное положение. Если бы при наборе кода была допущена ошибка, например кнопка нажата кратковременно, то реле *Р2* не успело бы сработать и при отпускании кнопки контакты *И1/4* подсоединили бы резистор *R1* параллельно конденсатору *С1* и он разрядился бы.

Следующий элемент кода — точка, т. е. кнопку нужно нажать кратковременно. Реле *Р2* не успеет сработать, и после отпускания кнопки щетка *И1/1* искателя переместится на контакт *3*.Цепь разряда конденсатора будет разомкнута.

После набора кода щетки искателя переместятся в одиннадцатое положение, контакты *Р3/2* реле *Р3* окажутся подключенными к цепи базы транзистора *Т1*, на котором вы-

полнено четвертое реле времени, а коллектор транзистора *Т1* будет подключен через щетку *И1/3* и диод *Д2* к контактам кнопки звонка. При последующем нажатии кнопки минус источника питания будет подан на транзистор *Т1*, а контакты *Р3/2* подключат конденсатор *С1* к цепи базы транзистора. Транзистор откроется, сработает реле *Р1* и контактами *Р1/1* подаст питание на соленоид *Эм1* замка. Можно открывать дверь. После отпускания кнопки (это должно быть сделано в течение 2 с, иначе произойдет сброс и код придется набирать вновь) щетки искателя переместятся в нулевое положение, и устройство готово к последующему набору кода. Если же при наборе кода были допущены ошибки, конденсатор окажется разряженным и реле *Р1* не сработает. В этом случае кнопкой *Кн1* возвращают щетки искателя в нулевое положение (продолжительными нажатиями на кнопку до появления трелей звонка) и вновь набирают код.

Устройство питается от сети переменного тока через понижающий трансформатор *Тр1*. Выпрямитель собран на одном диоде *Д3* по однополупериодной схеме. Диоды *Д1*, *Д4* использованы в роли искрогасящих элементов, *Д2* — разделительный.

Детали и конструкция. В качестве трансформатора питания *Тр1* использован выходной трансформатор кадровой развертки от телевизоров с углом отклонения луча 110° (ТВК-110-ЛМ), вторичная обмотка трансформатора перемотана и содержит 220 витков провода ПЭЛ 0,47.

Соленоид *Эм1* готовый (например, паспорт ИО3.257.001 Сп) или самодельный (см. «Радио», 1968, № 7, с. 51) на напряжение 24 В.

Шаговый искатель *И1* — ШИ-11/4 (паспорт РС3.250. 012Д). Реле *Р1* — РЭС-10 (паспорт РС4.524.305), *Р2* — РЭС-15 (паспорт РС4.591.001), *Р3*, *Р4* — РЭС-9 (паспорт РС4.524.200).

Электролитические конденсаторы — К50-6, резисторы — УЛМ. Вместо указанного на схеме диода КД202В можно применить Д303—Д305 или другие мощные выпрямительные диоды, рассчитанные на ток не менее 2 А и обратное напряжение не ниже 60 В.

Детали кодового замка, кроме соленоида и звонка, смонтированы на пластине из текстолита размером 150 × 150 × 2 мм. Конструктивное оформление устройства может быть выбрано самим конструктором в зависимости от приме-

няемых деталей. Размещение деталей не влияет на работоспособность устройства.

Налаживание сводится в основном к проверке выдержки всех реле времени и, если это необходимо, к подбору резисторов *R1*, *R3—R5* или конденсаторов *C1—C4*. Задержка на отпускание реле *P3* должна быть на 0,01—0,05 с больше длительности срабатывания искателя *И1*. В то же время это реле должно отпускать раньше, чем реле *P2*.

Правильность работы кодового замка удобно проверить с помощью вольтметра с достаточно большим входным сопротивлением, подключенным параллельно конденсатору *C1*. Если при правильном наборе кода конденсатотр *C1* разряжается, следует отрегулировать контакты *И1/4* так, чтобы они замыкались на более короткое время, или увеличить емкость конденсатора *C2*.

В заключение надо проверить работу замка при изменениях напряжения сети на +10% и —15%.

ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНЫЙ ЗВОНОК

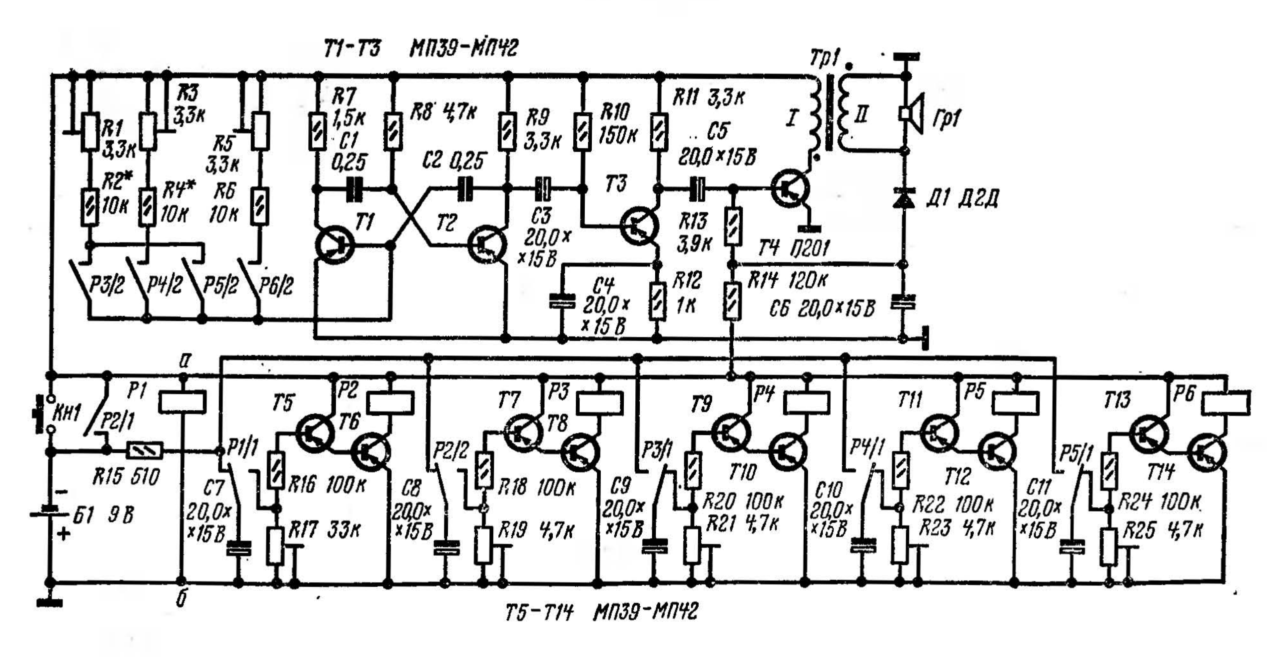
А. Щедрин

Вместо обычного звонка в квартире можно установить электромузыкальный звонок, при нажатии кнопки которого звучит мелодия. Продолжительность работы звонка регулируется автоматом выдержки времени, а мелодия может быть выбрана по вкусу конструктора.

Звонок (см. рисунок) состоит из генератора тона, усилителя низкой частоты, автомата выдержки времени и электронного коммутатора.

Генератор тона выполнен на транзисторах *T1* и *T2* по схеме мультивибратора. Частота генерируемых колебаний зависит от сопротивления цепочки резисторов, подключаемых к базовой цепи транзистора *T1* с помощью контактов реле коммутатора (*P3/2—P6/2*).

С резистора нагрузки мультивибратора *R9* генерируемые колебания поступают через конденсатор *C3* на усилитель НЧ, выполненный на транзисторах *T3* и *T4*. В выходном каскаде усилителя использован мощный транзистор П201, работающий в экономичном режиме плавающей рабочей точки. При отсутствии сигнала смещение на базе транзистора образуется током, протекающим через резисторы



Принципиальная схема электромузыкального звонка

R14 и *R13*. Оно выбирается таким, чтобы ток коллектора был минимальным. Когда же на базу транзистора поступает сигнал с генератора тона, смещение увеличивается, поскольку в отрицательные полупериоды сигнала, снимаемого со вторичной обмотки трансформатора, через диод *Д1* заряжается конденсатор *С6* и возрастает ток базы транзистора. В электромузыкальном звонке может быть применен и другой усилитель, рассчитанный на питание напряжением 9 В и с выходной мощностью 0,2—1 Вт.

Автомат выдержки времени выполнен на транзисторах *Т5* и *Т6*. Он представляет собой усилитель постоянного тока, в качестве нагрузки которого используется реле *Р2*. Выдержка автомата зависит от емкости конденсатора *С7* и сопротивления резистора *R17*.

Электронный коммутатор, выполненный на транзисторах *Т7—Т14*, состоит из четырех реле времени, схемы которых аналогичны схеме автомата выдержки времени. Только подстроечные резисторы в цепях баз транзисторов имеют другое сопротивление — 4,7 кОм.

Рассмотрим работу электромузыкального звонка. При нажатии кнопки *Кн1* напряжение питания подается на реле *Р1* (а также и на все каскады устройства). Оно срабатывает и переключающими контактами *Р1/1* подключает к базовой цепи транзистора *Т5* конденсатор *С7*, заряженный до напряжения источника питания. Конденсатор начинает разряжаться через резистор *R17*, а также резистор *R16* и эмиттерные переходы транзисторов *Т5*, *Т6*. При этом срабатывает реле *Р2* и контактами *Р2/1* блокирует контакты кнопки *Кн1*, а контактами *Р2/2* подключает к первому реле времени коммутатора конденсатор *С8*, также заряженный до напряжения источника питания. Как и в автомате выдержки времени, конденсатор разряжается через подстроечный резистор (*R19*) и эмиттерные переходы транзисторов (*Т7* и *Т8*). Срабатывающее реле *Р3* контактами *Р3/1* подключает конденсатор *С9* к источнику питания, и конденсатор быстро заряжается, а контактами *Р3/2* подключает к генератору тона частотозадающую цепочку из резисторов *R1* и *R2*. Из головки *Гр1* послышится звучание тона, продолжительность которого устанавливается подстроечным резистором *R21*.

По окончании выдержки реле *Р3* отключается, его контакты *Р3/1* возвращаются в исходное положение и подключают заряженный конденсатор *С9* ко второму реле времени

коммутатора. Срабатывает реле *Р4*, контактами *Р4/1* оно подключает конденсатор *С10* на заряд, а контактами *Р4/2* — частотозадающую цепочку *R3*, *R4* к генератору тона. В головке будет звучать следующий тон мелодии. Таким образом, реле времени коммутатора будут срабатывать последовательно друг за другом, подключая к генератору тона соответствующие частотозадающие цепочки. Выдержка каждого реле должна соответствовать требуемой длительности звучания тона. Число реле времени может быть другим — оно должно соответствовать числу тонов выбранной мелодии. В данном устройстве использовано четыре реле времени, и при включении звонка будет звучать первый такт «Серенады» Ф. Шуберта (без одной, опущенной, «восьмушки»).

Продолжительность выдержки автомата выбрана из расчета общей продолжительности звучания мелодии. По окончании этого времени реле *Р2* отпускает, и контакты *Р2/1* разрывают цепь питания устройства. Контакты реле *Р1/1* возвращаются в исходное положение и подключают конденсатор *С7* к источнику питания. Для ограничения зарядного тока этого конденсатора (а также конденсаторов реле времени) введен резистор *R15*.

Детали и конструкция. Маломощные низкочастотные транзисторы должны быть со статическим коэффициентом передачи тока $B_{ст}$ не менее 50, а транзисторы реле времени коммутатора (*Т7*—*Т14*), кроме того, должны быть с обратным током коллектора не более 2 мкА. Транзистор *Т4* может быть П202, П203, П213 и другой. Поскольку продолжительность работы звонка небольшая, радиатор для транзистора не потребуется.

Постоянные резисторы — УЛМ, МЛТ, подстроечные — СП, СПО, СП-3. Электролитические конденсаторы — ЭМ, ЭТО, К50-3, К50-6. Конденсаторы *С1*, *С2* — МБМ. Диод *Д1*—Д1, Д2, Д9 с любым буквенным индексом.

Динамическая головка *Гр1* — любая, мощностью 0,5—1 Вт. Выходной трансформатор выполнен на сердечнике Ш5 × 8, обмотка *I* должна содержать 500 витков провода ПЭЛ 0,08; обмотка *II* — 120 витков провода ПЭЛ 0,12. Головку и выходной трансформатор можно использовать от того же громкоговорителя, в футляре которого будет смонтирован звонок.

Реле могут быть любого типа с сопротивлением обмотки не менее 1000 Ом, током срабатывания не более 20 мА и двумя группами контактов. Подойдут, например, РЭС-10

(паспорт РС4.524.302), РЭС-6 (паспорт РФО.452.100) и другие. Но реле необходимо отрегулировать на срабатывание при пониженном напряжении (7—8 В). Для этого снимают крышку реле и отгибают пружинящую пластину настолько, чтобы она в нормальном положении немного отстояла от якоря.

Батарею питания *Б1* можно составить из двух батарей 3336Л или шести элементов «Сатурн» или «Марс», соединенных последовательно. В первом варианте источника питания хватит на полгода, во втором — на год.

Детали устройства смонтированы на платах, которые затем размещены в футляре громкоговорителя или в другом подходящем по размерам футляре. Смонтированный и налаженный электромузыкальный звонок устанавливается в удобном месте квартиры, и от него проводят провода к кнопке.

Налаживание начинают с проверки работоспособности усилителя и генератора тона. Контакты кнопки (или контакты *Р2/1*) соединяют проволочной перемычкой и нажимают на якорь реле *Р3* или замыкают его контакты *Р3/2*. В головке должно раздаться звучание тона. Если громкость звучания недостаточна или звук сильно искажается, следует поменять местами выводы вторичной обмотки трансформатора *Тр1*.

Далее устанавливают высоту тонов выбранной мелодии. Для этого поочередно замыкают выводы контактов *Р3/2*, *R4/2* и так далее и подстроечными резисторами *R1*, *R3*, *R5* устанавливают требуемую высоту тона. Настройку лучше проводить с помощью музыкального инструмента (пианино, рояль, баян, гитара).

После этого снимают перемычку с контактов кнопки и подбирают длительность звучания тонов. Периодически нажимая на кнопку, устанавливают движки подстроечных резисторов *R19*, *R21*, *R23*, *R25* в положение, соответствующее требуемой длительности звучания каждого тона. Движок резистора *R17* при этом должен быть в нижнем (по схеме) положении.

Заключительный этап — регулировка автомата выдержки времени. Движком резистора *R17* устанавливают выдержку, при которой реле *Р2* отпускает сразу же после окончания исполнения мелодии. Контроль отпускания реле можно проводить по появлению напряжения на вольтметре, подключенном параллельно контактам кнопки *Кн1* (или контактам *Р2/1*). Если выдержка недостаточна, увеличивают емкость конденсатора *С7* или сопротивление резистора *R17*.

АВТОЛЮБИТЕЛЮ

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

И. Шабельников

В описываемом блоке объединены электронный тахометр, вольтметр с растянутой шкалой и сторожевое устройство. Блок разработан для автомобиля «Жигули» ВАЗ 2101, но может быть использован в других автомобилях, у которых минусовый вывод аккумуляторной батареи (напряжением 12 В) соединен с массой.

Принципиальная схема блока приведена на рис. 1. Блок подключается к электрооборудованию автомобиля с помощью разъема *Ш1*. Поскольку входящие в состав блока устройства являются самостоятельными и функционально законченными, рассмотрим их работу в отдельности.

Электронный тахометр

Правильная эксплуатация высокооборотного двигателя современного автомобиля значительно упрощается, если в автомобиле установлен тахометр — прибор для измерения частоты вращения коленчатого вала. Как известно, чрезмерно большие обороты, например на низших передачах при пробуксовке колес, могут вывести из строя кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы двигателя. Электронные ограничители частоты вращения вала двигателя не получили широкого применения из-за невозможности в критической ситуации форсировать мощность двигателя.

Электронный тахометр позволяет следить за частотой вращения коленчатого вала, не допуская максимальных оборотов. Кроме того, тахометр необходим, например, при регулировке реле-регулятора напряжения или установке оборотов холостого хода — ведь на современных двигателях устанавливают не минимально возможные устойчивые обороты, а рекомендуемые заводом-изготовителем, при которых обеспечивается требуемое давление в системе смазки.

Тахометр выполнен на диоде *Д5*, опорном стабилитроне *Д4*, конденсаторах *С6* и *С7*, резисторах *R14*—*R17* и измери-

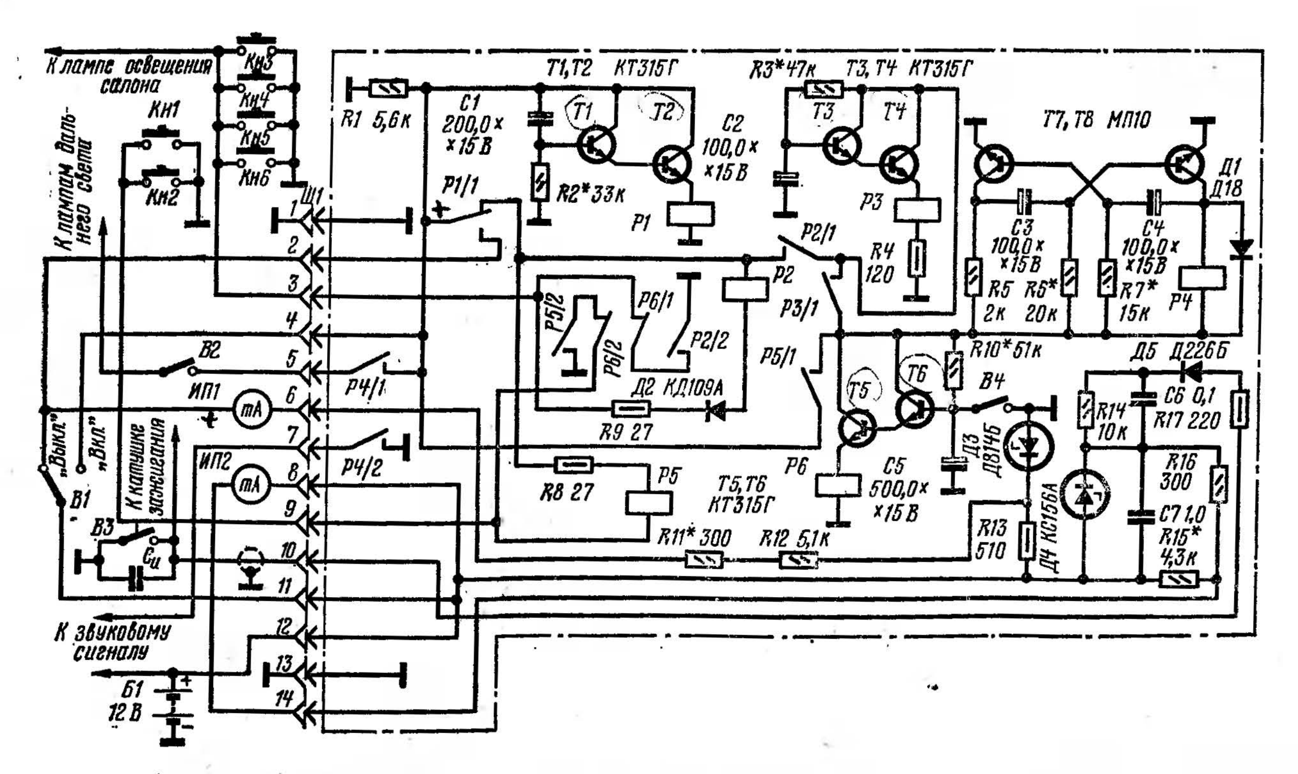


Рис. 1. Принципиальная схема электронного блока

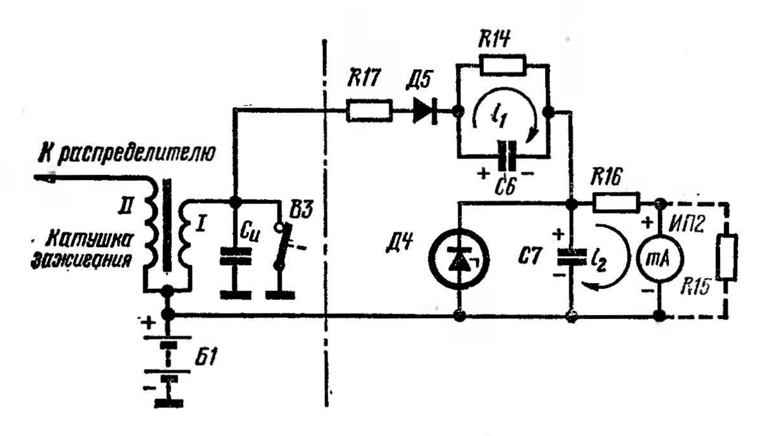


Рис. 2. Упрощенная схема тахометра

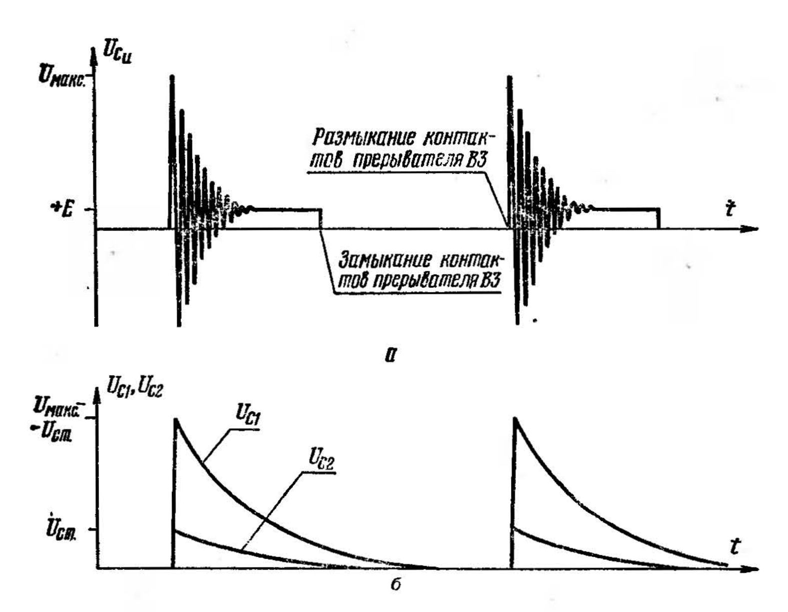


Рис. 3. Эпюры напряжений:
а — на первичной обмотке катушки зажигания; *б* — на конденсаторах тахометра

тельном приборе *ИП2*. Упрощенная схема тахометра, в которой встречаются перечисленные детали, приведена на рис. 2. Познакомимся по ней с принципом работы тахометра.

При работающем двигателе в момент размыкания контактов прерывателя *В3* в контуре, образованном обмоткой *I* катушки зажигания и искрогасящим конденсатором $C_{к}$, возникают затухающие колебания с максимальной амплитудой первой полуволны 200—300 В. Время затухания колебаний определяется постоянной времени колебательного контура ($\tau_{к}$), равной 0,2—0,8 мс. Форма колебаний (она идеализирована для наглядности рассмотрения принципа работы устройства) приведена на рис. 3,*а*.

В первый положительный полупериод колебаний конденсатор тахометра, состоящий из двух последовательно соединенных конденсаторов *С6* и *С7*, заряжается через диод *Д5* до амплитудного значения импульса напряжения. Причем конденсатор *С7*, зашунтированный стабилитроном *Д4*, заряжается до напряжения стабилизации диода, а на конденсаторе *С6* падает остальная часть напряжения.

В последующие положительные полупериоды напряжения (их амплитуда будет уменьшаться по экспоненциальному закону) ток через конденсаторы не протекает, поскольку диод *Д5* закрыт напряжением заряженных конденсаторов, приложенным к катоду диода. Одновременно с падением амплитуды затухающих колебаний разряжаются и конденсаторы (рис. 3,*б*): *С6* — через резистор *R14*, *С7* — через резистор *R16* и рамку измерительного прибора *ИП2*. Отклонение стрелки прибора пропорционально количеству импульсов тока (разрядов конденсатора *С7*) в единицу времени, т. е. частоте вращения вала двигателя.

Чтобы погрешность показаний прибора свести к минимуму, постоянная времени разряда конденсаторов должна быть выбрана исходя из двух условий. Во-первых, для надежного закрывания диода *Д5* она должна быть больше постоянной времени колебательного контура, т. е. $\tau_1 = C6 \cdot R14 > \tau_{к}$; $\tau_2 = C7 \cdot (R16 + R_{пр}) > \tau_{к}$,
где $R_{пр}$ — сопротивление рамки измерительного прибора *ИП2*.

В то же время τ_1 и τ_2 не должны быть слишком большими, иначе появится погрешность измерения из-за неполного разряда конденсатора при максимальной частоте следования импульсов (при максимальных оборотах двигателя). Теоретические расчеты и экспериментальные исследования

показывают, что

$$\tau_1 = \tau_2 \leqslant \frac{0{,}1}{pN_{\text{макс}}},$$

где p — число цилиндров четырехтактного двигателя;
$N_{\text{макс}}$ — максимальное число оборотов в секунду.

Таким образом,

$$\tau_{\text{к}} < \tau_1 = \tau_2 \leqslant \frac{0{,}1}{pN_{\text{макс}}}. \qquad (1)$$

При выборе конденсаторов *C6* и *C7* должно выполняться неравенство:

$$\frac{C7}{C6} < \frac{U_{\text{макс}}}{U_{\text{ст}}}, \qquad (2)$$

где $U_{\text{макс}}$ — максимальная амплитуда импульсов;
$U_{\text{ст}}$ — напряжение стабилизации опорного диода *Д4*.

При выполнении указанных условий тахометром можно измерять частоту вращения вала двигателя с точностью до 0,7%.

Ток, протекающий через рамку измерительного прибора, при различной частоте вращения вала двигателя можно определить из выражения:

$$I = \frac{p}{2} N U_{\text{ст}} C, \qquad (3)$$

где I — ток через рамку прибора, мА;
p — число цилиндров четырехтактного двигателя;
N — число оборотов двигателя, об/с;
$U_{\text{ст}}$ — напряжение стабилизации опорного диода, В;
C — емкость конденсатора *C7*, мкФ.

Это выражение показывает, что ток, протекающий через рамку прибора, не зависит ни от ее сопротивления, ни от сопротивления добавочного резистора *R16*. Таким образом, в тахометре можно использовать измерительный прибор практически с любым сопротивлением рамки. Но суммарное сопротивление рамки прибора и добавочного резистора должно быть таким, чтобы обеспечить требующуюся постоянную времени разряда конденсатора *C7*.

Для компенсации разброса параметров конденсатора *C7* и диода *Д4* в тахометр введен шунтирующий резистор *R15*, подключенный параллельно измерительному прибору. Ток полного отклонения стрелки прибора в этом случае

должен быть при максимальном числе оборотов двигателя несколько больше значения тока, вычисленного по формуле (3). Если же известны точные значения емкости конденсатора *С7* и напряжения стабилизации диода *Д4*, сопротивление шунтирующего резистора вычисляют по формуле:

$$R15 = \frac{I_{пр} R_{пр}}{I - I_{пр}}, \qquad (4)$$

где $I_{пр}$ — ток полного отклонения стрелки прибора, мА;
$R_{пр}$ — сопротивление рамки прибора, Ом;
I — ток при максимальном числе оборотов двигателя, мА.

Резистор *R17*, включенный последовательно с диодом *Д5*, ограничивает зарядный ток конденсаторов до безопасной для диода величины.

Детали электронного тахометра, приведенные на принципиальной схеме, выбраны с учетом перечисленных требований. Тахометр позволяет измерять частоту вращения коленчатого вала двигателя до 100 об/с (6000 об/мин).

Основная погрешность показаний тахометра состоит из систематической погрешности, вызванной неточностью градуировки шкалы измерительного прибора, и погрешности используемого прибора (в данном случае миллиамперметра М4202 класса 2,5).

К этой погрешности добавляется дополнительная, возникающая при изменении окружающей температуры. Величина погрешности зависит от изменения напряжения стабилизации диода *Д4* и погрешности миллиамперметра. Об этих погрешностях следует помнить при эксплуатации тахометра.

Несмотря на высокую точность измерения тахометра, определяемую фактически классом прибора *ИП2*, отсчет частоты вращения вала двигателя с точностью выше 2—3% затруднен из-за вибрации автомобиля. Поэтому в тахометре желательно использовать прибор с хорошим демпфированием стрелки и удовлетворительной для практики точностью измерения.

Пределы измерения тахометра могут быть расширены до 166 об/с (10 000 об/мин) изменением сопротивления резистора *R15*, которое можно вычислить по формуле:

$$R15 = \frac{0{,}5}{0{,}0112 N_{макс} - 1}, \qquad (5)$$

где $R15$ — сопротивление резистора, кОм;

$N_{макс}$ — максимальная частота вращения, об/с.

Поскольку тахометр выполнен на пассивных элементах, точность его показаний сохраняется при уменьшении амплитуды входного импульса до 80 В. Это позволяет измерять частоту вращения коленчатого вала при запуске двигателя стартером, когда напряжение аккумуляторной батареи может значительно уменьшиться.

Недостатком тахометра следует считать шунтирование им колебательного контура системы зажигания, что может вызвать снижение высокого напряжения на свечах на несколько процентов.

Вольтметр с растянутой шкалой

Он предназначен для более точного измерения напряжения бортовой сети, от которого зависит нормальная работа и долговечность приборов электрооборудования. Например, повышение напряжения генератора на 10—15% выше оптимального приводит к сокращению в 2—2,5 раза срока службы автомобильных ламп, выкипанию электролита и быстрому разрушению аккумуляторной батареи.

Установив в автомобиле вольтметр с растянутой шкалой и контролируя по нему напряжение бортовой сети, водитель своевременно заметит неисправность реле-регулятора, генератора, зарядной цепи, а также определит состояние аккумуляторной батареи. Подобный контроль особенно необходим на автомобилях с электромеханическими реле-регуляторами, обгорание контактов в которых и ослабление натяжения тарировочной пружины приводят к изменению напряжения генератора.

На автомобилях с электронными регуляторами напряжения вольтметр позволит водителю устанавливать напряжение генератора в зависимости от состояния аккумуляторной батареи, сезона, продолжительности поездки.

Вольтметр состоит из измерительного прибора *ИП1*, резисторов *R11—R13* и опорного диода *Д3*. Если напряжение бортовой сети ниже напряжения стабилизации опорного диода, он закрыт и ток через резистор *R13* не течет. Стрелка прибора стоит на нуле. При напряжении бортовой сети выше напряжения стабилизации через резистор *R13* течет ток и на нем падает напряжение, равное разности напряжений стабилизации диода и бортовой сети. Это падение напряжения

измеряет прибор *ИП1*, который с добавочными резисторами *R11* и *R12* представляет собой обыкновенный вольтметр постоянного тока. Таким образом, диапазон измеряемых вольтметром напряжений смещен на величину напряжения стабилизации диода *Д3*. Верхний предел измеряемого напряжения (в данном случае 15 В) устанавливают добавочными резисторами *R11* и *R12*. Последовательное включение их позволяет точнее подобрать требующуюся величину сопротивления.

Погрешность вольтметра с растянутой шкалой при изменении окружающей температуры зависит от погрешности измерительного прибора и изменения напряжения стабилизации опорного диода. При указанных на схеме деталях вольтметр рассчитан на работу в диапазоне температур от —20° до + 40° С. При эксплуатации автомобиля в более широком диапазоне температур целесообразно заменить стабилитрон Д814Б двумя последовательно включенными низковольтными стабилитронами, например КС147А, ТКН которых близок к нулю.

Электронный сторож

Это устройство предназначено для управления тревожной сигнализацией при попытке постороннего лица воспользоваться автомобилем. Оно отличается от известных конструкций тем, что дополнительно к звуковой сигнализации включается и световая (фары дальнего света); в нем предусмотрена возможность автоматического выключения сигнализации по истечении определенного времени.

Устройство состоит из трех реле времени и мультивибратора, в одном из плеч которого включено электромагнитное реле, управляющее сигнализацией.

Реле времени, выполненное на составном транзисторе *Т1Т2*, обеспечивает задержку включения сигнализации при выходе водителя из автомобиля, а реле времени на транзисторе *Т3Т4* — при посадке в автомобиль. Реле времени, выполненное на транзисторе *Т5Т6*, выключает тревожную сигнализацию через 20—50 с после устранения причины, вызвавшей ее включение (открывание одной из дверей, капота или багажника).

Рассмотрим работу электронного сторожа (см. рис. 1). Прежде чем выйти из автомобиля, водитель устанавливает переключатель *В1* в положение *«Вкл»*. При этом напряжение от батареи *Б1* через контакты *12* и *11* разъема *Ш1*,

замкнутые контакты переключателя *В1* и контакт *4* разъема поступает на первое реле времени. Ввиду того что конденсатор *С1* до включения питания был разряжен через резисторы *R2* и *R1*, в момент включения все напряжение питания будет приложено к обмотке реле *Р1* и последовательно соединенным эмиттерным переходам транзисторов *Т1* и *Т2*. Составной транзистор откроется, и реле *Р1* сработает. Контактами *Р1/1* оно отключит напряжение питания от последующих каскадов сторожа и подключит его через контакт *2* разъема *Ш1* к вольтметру. Показания стрелки вольтметра сигнализируют водителю о включении сторожевого устройства. По мере заряда конденсатора *С1* напряжение на резисторе *R2* будет уменьшаться и через 10—12 с упадет до такого значения, при котором реле *Р1* отпустит. Контакты *Р1/1* возвратятся в исходное положение, и сторож перейдет в дежурный режим. Стрелка вольтметра возвратится на нуль — это увидит водитель, наблюдающий за показаниями вольтметра через стекло автомобиля.

При открывании любой двери автомобиля одна из кнопок *Кн3—Кн6* замкнет цепь питания реле *Р2*, которое сработает и заблокируется контактами *Р2/2*, а контактами *Р2/1* замкнет цепь питания реле времени задержки включения сигнализации, выполненного на транзисторе *Т3Т4*. До появления этого напряжения конденсатор *С2* времязадающей цепи был разряжен. По мере заряда конденсатора напряжение на эмиттерных переходах составного транзистора будет возрастать и через 5—7 с достигнет напряжения открывания транзистора. Сработает реле *Р3* и контактами *Р3/1* подаст напряжение питания на мультивибратор, выполненный на транзисторах *Т7* и *Т8*. Реле *Р4*, включенное в коллекторной цепи транзистора *Т8*, контактами *Р4/2* через контакт *7* разъема *Ш1* будет периодически замыкать цепь питания звукового сигнала, а контактами *Р4/1* подавать через контакт *5* разъема и выключатель *В2* напряжение на фары дальнего света (в ночное время). Такое включение звуковых и световых сигналов больше привлекает внимание окружающих и, кроме того, позволяет снизить потребляемую от аккумулятора энергию. Одновременно с включением сигнализации загорается лампа освещения салона.

Кнопка *Кн1* установлена под капотом вблизи запора, а *Кн2* — под крышкой багажного отделения. При открывании капота или крышки багажника замыкаются контакты одной из кнопок и через контакт *9* разъема *Ш1* подается

питание на реле *Р5*. Оно срабатывает и через контакты *Р5/2* и *Р6/2* реле *Р6* самоблокируется, а контактами *Р5/1* подает питание на мультивибратор. Сигнализация в этом случае включается немедленно.

В данной ситуации нет необходимости включать освещение в салоне, поэтому реле *Р2* остается обесточенным.

Автоматическое выключение тревожной сигнализации осуществляется реле времени на составном транзисторе *Т5Т6*. Напряжение питания на него поступает через контакты *Р3/1* одновременно с включением тревожной сигнализации. Номиналы деталей времязадающей цепочки *R10C5* выбраны из расчета срабатывания реле *Р6* через 25—30 с. При этом контакты *Р6/1* и *Р6/2* разрывают цепи самоблокировки реле *Р2* и *Р5*. Если к этому времени все двери, капот и багажное отделение будут закрыты, тревожная сигнализация выключится и сторож вновь перейдет в дежурный режим. Если же дверь, капот или багажник остаются открытыми, сигнализация продолжает работать, несмотря на срабатывание реле *Р6*, поскольку питание на обмотку реле *Р2* и *Р5* поступает либо через одну из замкнутых дверных кнопок *Кн3—Кн6*, либо через кнопки *Кн1* или *Кн2*.

Для установки режима автоматического отключения сигнализации выключатель *В4* переводят в верхнее (по схеме) положение.

Несколько слов о назначении других деталей электронного сторожа. Резисторы *R4*, *R8*, *R9* ограничивают ток через обмотки соответствующих реле. Диод *Д2* предупреждает попадание напряжения бортовой сети на сторож через лампу освещения салона. Диод *Д1* предохраняет коллекторный переход от перенапряжений, возникающих за счет эдс самоиндукции в обмотке реле *Р4* в моменты переключения транзистора из насыщенного состояния в закрытое.

Детали и конструкция. Реле *Р1* — РЭС-10 (паспорт РС4.524.303), *Р2*, *Р4—Р6* — РЭС-9 (паспорт РС4.524.202); *Р3* — РЭС-10 (паспорт РС4.524.308). Резисторы — МЛТ-0,125 и МЛТ-0,5. Конденсаторы *С1—С5* — электролитические, типа К50-6 с малым током утечки. Конденсатор *С6* — К73-17 на напряжение 400 В, но можно использовать другие конденсаторы на напряжение не менее 300 В. Конденсатор *С7* — пленочный, типа К77-1, К77-2, обладающий малым ТКЕ и допускаемым отклонением емкости от номинальной величины не более 5%.

Измерительный прибор *ИП1* — миллиамперметр типа

М4203, класса 2,5, с током полного отклонения стрелки 1 мА и сопротивлением рамки 500 Ом; *ИП2* — миллиамперметр типа М4202 с такими же параметрами, что и *ИП1*. Шкала прибора *ИП1* отградуирована в единицах напряжения от 9 до 15 В. Прибор размещают в салоне автомобиля так, чтобы его шкала была видна снаружи через стекло двери водителя. Шкала прибора *ИП2* отградуирована в единицах

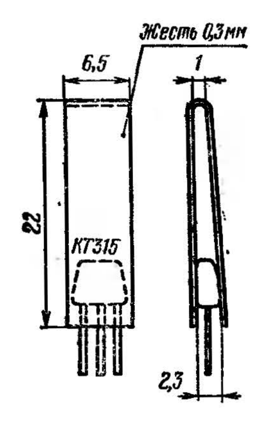


Рис. 4. Радиатор для транзистора

частоты вращения вала двигателя (от 0 до 6000 об/мин), имеет риску оборотов холостого хода (750 об/мин) и красный закрашенный сектор (выше 5300 об/мин). Прибор закрепляют на кожухе вала рулевого управления.

Транзисторы *Т2*, *Т4*, *Т5* снабжены радиаторами из жести толщиной 0,3 мм (рис. 4), которые закрепляют на транзисторе с помощью эпоксидной смолы или клея с хорошей теплопроводностью.

Разъем *Ш1* — МРН14-1. Выключатели *В2*, *В4* и переключатель *В1* — МТ-1, кнопки *Кн1*, *Кн2* — МП3-1, *Кн3*—*Кн6* — те, что установлены на автомобиле.

Опорный диод *Д4* подобран с напряжением стабилизации 5,6 В ± 5%, а диод *Д3* — с напряжением стабилизации 9 В.

Вместо указанных транзисторов, диодов, реле, измерительных приборов могут быть применены другие, близкие по параметрам.

Конструкция электронного блока во многом зависит от используемых деталей. Кроме того, решающее значение имеет желание автолюбителя повторить целиком весь блок или

использовать только некоторые его устройства, например вольтметр и тахометр, или электронный сторож. В каждом конкретном случае нетрудно самостоятельно разработать конструкцию блока, подобрать подходящую плату и смонтировать на ней детали.

У автора все устройства блока смонтированы на печатной плате из фольгированного гетинакса размером 80 × × 89 × 1,5 мм. Такие сравнительно небольшие габариты получились благодаря применению плотного монтажа и установке большинства деталей в вертикальное положение.

Электронный блок, а также переключатель *B1* сторожевого устройства размещают в салоне автомобиля в скрытом от посторонних месте.

Система тревожной сигнализации станет трудно уязвимой, если питать ее от автономного источника, например двух малогабаритных аккумуляторов от мотоцикла «Ява», подзаряжаемых от генератора автомобиля, а дополнительный звуковой сигнал закрепить под днищем кузова.

Налаживание. Электронный сторож, как правило, не требует налаживания и при исправных деталях начинает работать сразу после включения. Если необходимо изменить время задержки для выхода автомобиля или посадки в него или длительность тревожной сигнализации до ее автоматического выключения, подбирают соответствующие резисторы (*R2*, *R3*, *R10*). Соотношение между длительностями сигнала и паузы устанавливают резисторами *R6* и *R7*.

Вольтметр проверяют до установки блока в автомобиль с помощью эталонного измерительного прибора и источника регулируемого постоянного напряжения. Верхний предел измеряемого напряжения подбирают резистором *R11*.

Налаживание тахометра сводится к подбору резистора *R15* и может быть выполнено несколькими способами. Во-первых, расчетным — по формуле (4).

Во-вторых, с помощью частотомера, подключенного к точке соединения конденсаторов *C6*, *C7* и массе. Показания частотомера пропорциональны частоте вращения коленчатого вала двигателя (см. таблицу). На время налаживания резистор *R15* заменяют переменным на 22—33 кОм. Запустив двигатель, приоткрывают дроссельную заслонку карбюратора и устанавливают частоту вращения вала равной 3000 об/мин, что соответствует частоте 100 Гц по шкале частотомера. Вращением движка резистора *R15* устанавливают стрелку прибора *ИП2* на отметку 3000 об/мин. По таб-

лице проверяют показания тахометра на более высоких и низких оборотах двигателя. Если показания совпадают, измеряют полученное сопротивление переменного резистора и устанавливают в тахометр постоянный резистор с таким же сопротивлением.

И еще один способ налаживания тахометра — по показаниям спидометра автомобиля. Как и в предыдущем случае, резистор *R15* заменяют переменным. Вычисляют частоту вращения вала двигателя для определенной скорости движения автомобиля, например 50 км/ч, по формуле:

Частота импульсов, Гц	33,3	66,6	100	133,3	166,6	200
Частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин	1000	2000	3000	4000	5000	6000

$$N = 16{,}7\,\frac{Vn_1n_2}{\pi d},$$

где N — частота вращения вала двигателя, об/мин;
V — скорость движения автомобиля, км/ч;
n_1 — передаточное число коробки передач для передачи, на которой движется автомобиль;
n_2 — передаточное число главной передачи;
d — диаметр колеса автомобиля, м.

Затем разгоняют автомобиль до расчетной скорости и резистором *R15* устанавливают стрелку тахометра на деление, соответствующее вычисленному значению N. Если заранее составить таблицу частоты вращения вала двигателя для нескольких значений скорости автомобиля на разных передачах, по ней можно проверить соответствие показаний тахометра и спидометра. Точность показаний тахометра при этом способе налаживания зависит от погрешности спидометра.

Если при налаживании стрелку тахометра не удается установить на заданное деление шкалы даже при максимальном сопротивлении переменного резистора, следует несколько увеличить емкость конденсатора *C7* или заменить опорный диод КС156А более высоковольтным КС168А. Но в этом случае несколько возрастет (на 1%) погрешность измерений тахометра в диапазоне температур от —30° до +50° С.

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ

Э. Борноволоков

Отечественной промышленностью освоен массовый выпуск полупроводниковых приборов нового класса — полевых транзисторов. Не вдаваясь в подробности технологии изготовления приборов этого класса, заметим, что оии обладают преимуществами, отличающими их от обычных транзисторов. С помощью этих приборов можно создавать электронные устройства с очень большим входным сопротивлением.

Как правило, полевые транзисторы неполярны, т. е. можно менять местами выводы стока и истока, что не нарушает их работоспособности, однако при этом могут несколько изменяться электрические параметры.

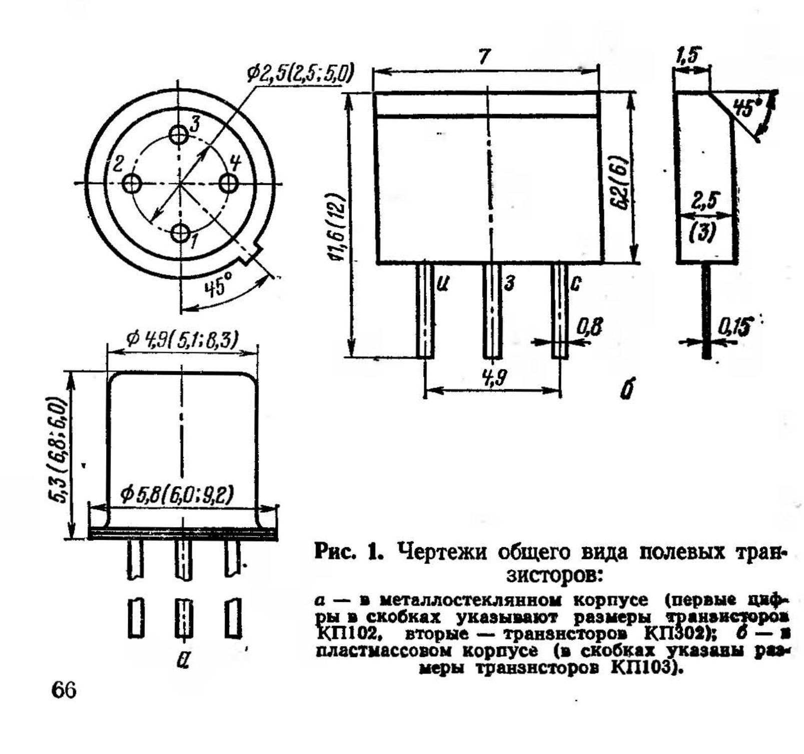


Рис. 1. Чертежи общего вида полевых транзисторов:

а — в металлостеклянном корпусе (первые цифры в скобках указывают размеры транзисторов КП102, вторые — транзисторов КП302); *б* — в пластмассовом корпусе (в скобках указаны размеры транзисторов КП103).

Полевые транзисторы выпускаются в стандартном металлостеклянном корпусе ТО-18, но некоторые типы полевых транзисторов (КП102 и КП103) поступают в продажу как в металлостеклянном корпусе, так и в стандартном, пластмассовом.

Габаритные размеры корпусов полевых транзисторов изображены на рис. 1.

Транзисторы КП102 и КП103

Схемное обозначение транзисторов КП102 и КП103 приведено на рис. 2, а основные электрические параметры и классификация — в табл. 1 и 2. Коэффициент шума из-



Рис. 2. Схемное обозначение транзисторов КП102—КП103

меряют при $F = 1000$ Гц, $U_{си} = 5$ В. Ток затвора измеряют при $U_{си} = 0$, $U_{зи} = 10$ В для КП102 и $U_{си} = 5$ В, $U_{зи} = 5$ В для КП103. Ток стока $I_{с}$ измеряют при $U_{си} = 10$ В, $U_{зи} = 0$. Крутизну S измеряют при $U_{си} = -10$ В, $U_{зи} = 0$. Напряжение отсечки $U_{отс}$ измеряют при $U_{си} = -10$ В, $I_{с} = 20$ мкА для КП102 и 10 мкА для КП103.

Таблица 1

Параметры	КП102	КП103
$U_{сз\ макс}$, В	20	15
$I_{з}$, нА	15	20
$F_{ш}$, не более, дБ	3	3
$C_{11и}$, пФ	5	17
$C_{12и}$, пФ	2	8

Напряжения отсечки могут в действительности значительно отличаться от указанных в табл. 2, так как истинные значения этих напряжений измерить довольно трудно из-за того, что приходится иметь дело с чрезвычайно малыми

токами стока, к тому же зависящими от сопротивления изоляции. Кремниевые полевые транзисторы сохраняют работоспособность при температуре окружающей среды до +120° С, изменяя свои параметры примерно так же, как и

Таблица 2

Транзистор	I_c, мА	S, мА/В	$U_{отс}$, В
КП102Е	0,18—0,55	0,25—0,7	⩽2,8
КП102Ж	0,4—1,0	0,3—0,9	⩽4,0
КП102И	0,7—1,8	0,35—1,0	⩽5,5
КП102К	1,3—3,0	0,45—1,2	⩽7,5
КП102Л	2,4—6,0	0,65—1,3	⩽10,0
КП103Е	0,3—0,7	0,4—1,8	0,4—1,5
КП103Ж	0,55—1,2	0,7—2,1	0,5—2,2
КП103И	1,0—2,1	0,8—2,6	0,8—3,0
КП103К	1,7—3,8	1,4—3,5	1,4—4,0
КП103Л	3,0—6,6	1,8—3,8	2,0—6,0
КП103М	5,4—12,0	2,0—4,4	2,8—7,0

обычные биполярные кремниевые транзисторы. В области низких температур полевые транзисторы работают весьма удовлетворительно даже при значительном охлаждении.

Таблица 3

№ вывода (по рис. 1а)	КП102	КП103	КП301	КП302, КП303	КП305	КП350
1	Сток	Исток	Исток	Исток	Сток	Сток
2	—	—	Затвор	Сток	Затвор	Затвор 2
3	Исток	Сток	Сток	Затвор	Исток	Затвор 1
4	Затвор (корпус)	Затвор (корпус)	Корпус, подложка	Корпус	Корпус	Исток (корпус)

Как видно из приведенных таблиц, транзисторы КП102 и КП103 достаточно сходны между собой. Крутизна характеристики последнего значительно больше (в среднем в три раза). Оба типа транзисторов относятся к полевым, управляемым через *p-n* переход, оба они имеют канал *p*-типа.

Цоколевка транзисторов в металлическом корпусе дана в табл. 3. Цоколевку транзисторов в пластмассовом корпусе различают следующим образом: если смотреть на корпус со стороны скоса, который находится сверху, левая ножка будет стоком, средняя — затвором, правая — истоком.

Транзисторы КП301 и КП302

Схемные обозначения транзисторов КП301 и КП302 показаны на рис. 3 и 4, а основные электрические параметры приведены в табл. 4. Это полевые планарные транзисторы:



Рис. 3. Схемное обозначение транзистора КП301Б



Рис. 4. Схемное обозначение транзисторов КП302—КП303

КП301 имеет канал *p*-типа, КП302А—КП302В — канал *n*-типа. Указанные в табл. 4 мощности рассеивания регламентируются для диапазона температур от $t_{окр.мин}$ до

Таблица 4

Параметры	КП301В	КП302А	КП302Б	КП302В
$t_{окр.мин}$, °C	—40	—60	—60	—60
$t_{окр.макс}$, °C	70	100	100	100
$U_{зи.макс}$, В	30	10	10	12
$U_{си.макс}$, В	20	20	20	20
$U_{зс.макс}$, В	—	20	20	20
$I_{с.макс}$, мА	15	24	43	80
$I_{з.макс}$, мА	—	6	6	6
$P_{макс}$, мВт	200	300	300	300
S, не менее мА/В	1,0	5,0	7,0	1,0
$I_{з.ут}$, не более нА	3,0	10,0	10,0	10,0
$F_{ш}$, не более, дБ	9,5	3,0	—	—
$C_{11и}$, не более, пФ	3,5	20,0	20,0	20,0
$C_{12и}$, не более, пФ	1,0	8,0	3,9	4,2
$C_{22и}$, не более, пФ	3,5	7,1	10,5	14,0
$U_{отс}$, не более, В	—	—5,0	—7,0	—10,0

25° С. При повышении температуры от 25° С до $t_{окр.макс}$ рассеиваемая мощность снижается линейно.

Крутизна S для КП301Б соответствует рабочей точке: $U_{си}$ = 15 В, $I_с$ = 5 мА, F = 50—1500 Гц. Для транзисторов КП302 крутизна измеряется на одной частоте в диапазоне 50—1500 Гц при $U_{си}$ = 7 В, $U_{зи}$ = 0. Ток утечки $I_{з.ут}$ для КП301Б измеряют при $U_{зи}$ = $U_{зс}$ = 30 В; КП302 — при $U_{зи}$ = $U_{зс}$ = 10 В. Коэффициент шума для транзисторов КП301Б измеряют при F = 100 МГц, $U_{си}$ = 15 В; $I_с$ = = 4 мА; для КП302А — при F = 1000 Гц, $U_{си}$ = 8 В, $U_{зи}$ = 0.

Транзисторы КП303

Эти транзисторы с каналом n-типа выпускаются в стандартном металлостеклянном корпусе (см. рис. 1а). Цоколевка транзисторов помещена в табл. 3, а их схемное обозначение — на рис. 4. На сток транзистора для нормальной рабо-

Таблица 5

Параметры	КП303А	КП303Б	КП303В	КП303Г
S, мА/В	1,0—4,0	1,0—4,0	2,0—5,0	3,0—7,0
$I_{с.н}$, мА	0,5—2,5	0,5—2,5	1,5—5,0	3,0—12,0
$I_{з.ут}$, не более, нА	1,0	1,0	1,0	1,0
$U_{отс}$, В	0,5—3,0	0,5—3,0	1,0—4,0	≤8,0

Параметры	КП303Д	КП303Е	КП303Ж	КП303И
S, мА/В	≥3,6	≥4,0	1,0—4,0	2,0—5,0
$I_{с.н}$, мА	3,0—9,0	5,0—20,0	0,3—3,0	1,5—5,0
$I_{з.ут}$, не более, нА	1,0	1,0	5,0	5,0
$U_{отс}$, В	≤8,0	≤8,0	0,3—3,0	0,5—2,0

ты должно подаваться небольшое положительное напряжение, а на затвор — отрицательное напряжение по отношению к истоку.

Основные электрические параметры транзисторов КП303 помещены в табл. 5. Предельные параметры их следующие: $U_{си.макс} = 25$ В, $U_{зс.макс} = U_{зс.макс} = 30$ В, $I_{с.макс} = 20$ мА, $I_{з.макс} = 5$ мА (при прямом смещении перехода затвор-канал).

При температуре от 0° до + 25° С мощность рассеивания не должна превышать 200 мВт.

При измерении указанных в табл. 5 значений крутизны переходной характеристики и начального хода стока затвор соединяют с истоком; измерение проводится при $U_{си} = 10$ В в диапазоне от 50 до 1500 Гц. Ток утечки затвора измеряется при стоке, соединенном с истоком, н обратном смещении на переходе затвор-канал $U_{зс} = U_{зи} = 10$ В. Напряжение отсечки соответствует току стока $I_с = 10$ мкА.

Входная емкость $C_{11и} = 6$ пФ при $U_{си} = 10$ В и проходная емкость $C_{12и} = 2$ пФ (при затворе, соединенном с истоком, на частоте 10 МГц). Коэффициент шума транзисторов КП303Д и КП303Е (при затворе, соединенном с истоком) $F_ш = 4$ дБ на частоте 100 МГц.

Транзисторы КП305Д—КП305И

Эти транзисторы имеют встроенный канал *n*-типа и предназначены для работы в высокочастотных каскадах радиоэлектронной аппаратуры широкого применения. Внешний

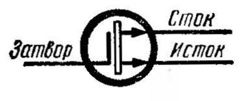


Рис. 5. Схемное обозначение транзистора КП305

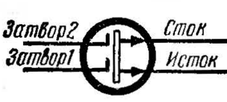


Рис. 6. Схемное обозначение транзистора КП350

вид корпуса транзисторов изображен на рис. 1а, а схемное обозначение транзисторов — на рис. 5. Цоколёвка транзисторов указана в табл. 3, предельные режимы эксплуатации — в табл. 6, электрические параметры — в табл. 7 (эти параметры измерены при температуре 25° С ± 10° С).

Крутизна характеристики определяется при $U_{си} = 10$ В, $I_с = 5$ мА. Ток утечки $I_{з.ут}$ измеряют при $U_{зи} = U_{зс} = -15$ В. Начальный ток стока $I_{с.н}$ соответствует рабочей точке: $U_{си} = 15$ В, $U_{зи} = 0$.

Таблица 6

Параметры	КП305Д—КП305И
$t_{окр.\ мин}$, °С	—60
$t_{окр.\ макс}$, °С	125
$U_{си.\ макс}$, В	15
$U_{зи.\ макс}$, В	15
$U_{зс.\ макс}$, В	15
$I_{сп.\ макс}$, В	15
$I_{с.\ макс}$, мА	15
$P_{макс}$, мВт	150
$P_{макс}$, мВт при $t_{окр.\ макс}$	50

Значение $U_{зи}$ соответствует режиму $U_{си} = 10$ В, $I_с = 5$ мА. Значение $U_{отс}$ измерено при $U_{си} = 10$ В, $I_с = 10$ мкА, а коэффициент шума — при $U_{си} = 15$ В, $I_с = 5$ мА, $F = 250$ МГц.

Транзисторы КП350А—КП350В

Полевые транзисторы КП350А—КП350В имеют встроенный канал *n*-типа и по два затвора. Транзисторы выпускаются в стандартном металлостеклянном корпусе (рис. 1а), цоколевка транзисторов указана в табл. 3, схемное обозначение — на рис. 6, а предельные режимы — в табл. 8. Приведенные в этой таблице максимально допустимые мощности рассеивания определяются в интервале температуры от от $t_{окр.мин}$ до $t_{окр.макс}$.

Основные электрические параметры транзисторов указаны в табл. 9. Крутизна характеристики соответствует рабочей точке: $U_{си} = 10$ В, $U_{з2и} = 6$ В, $I_с = 10$ мА. Ток утечки затвора измерен при $U_{з1и} = U_{з2и} = -15$ В. Начальный ток стока соответствует рабочей точке: $U_{си} = 15$ В, $U_{зи} = 0$. Напряжение отсечки соответствует режиму: $U_{си} = 15$ В, $U_{з2и} = 6$ В, $I_с = 100$ мкА.

Таблица 7

Параметры	КП305Д	КП305Е	КП305Ж	КП305И
S, мА/В	5,2—10,5	4,0—8,0	5,2—10,5	4,0—10,5
$I_{з.\ ут}$, не более, нА	1,0	0,05	1,0	1,0
$U_{зи}$, В	$-0{,}2 \div +2{,}0$	$-0{,}5 \div +0{,}5$	$-0{,}5 \div +0{,}5$	$-2{,}5 \div -0{,}2$
$U_{отс}$, не менее, В	6,0	6,0	6,0	6,0
$F_{ш}$, не более, дБ	7,5	—	7,5	—
$C_{11и}$, не более, пФ	5,0	5,0	5,0	5,0
$C_{12и}$, не более, пФ	0,8	0,8	0,8	0,8

Таблица 8

Параметры	КП350А—КП350В
$t_{окр.\ мин}$, °C	—40
$t_{окр.\ макс}$, °C	85
$U_{си.\ макс}$, В	15
$U_{зи.\ макс}$, В	15
$U_{з1с.\ макс}$, В	21
$U_{з2с.\ макс}$, В	15
$I_{с.\ макс}$, мА	30
$P_{макс}$, мВт	200
$P_{макс}$, мВт при $t_{окр.\ макс}$	100

Коэффициент шума измерен при $U_{си} = 10$ В, $U_{з2и} = 6$ В, $I_с = 10$ мА, $F = 400$ МГц — для КП350А и $F = 100$ МГц для КП350Б и КП350В. Междуэлектродные емкости измерены при $U_{си} = 10$ В, $I_с = 5$ мА, $F = 10$ МГц.

Указания по монтажу и эксплуатации

Полевые транзисторы, особенно с изолированным затвором, требуют особенной осторожности в обращении. Механическая прочность транзисторов невелика, и поэтому выводы можно изгибать не ближе чем на 3 мм от корпуса

Таблица 9

Параметры	КП350А	КП350В	КП350В
S, не менее, мА/В	6,0	6,0	6,0
$I_{з. ут}$, не более, нА	5,0	5,0	5,0
$I_{с. н}$, не более, мА	3,5	3,5	6,0
$U_{отс}$, не менее, В	6,0	6,0	6,0
$F_{ш}$, не более, дБ	6,0	6,0	6,0
$C_{11и}$, не более, пФ	6,0	6,0	6,0
$C_{22и}$, не более, пФ	6,0	6,0	6,0
$C_{12и}$, не более, пФ	0,07	0,07	0,07

транзистора радиусом не менее 1,5 мм, причем усилие от изгиба не должно передаваться на место крепления вывода. На корпус транзистора во избежание перегрева и порчи стеклянного изолятора во время пайки не должен попадать припой, пайку нужно производить не более 3 с низковольтным паяльником мощностью не более 60 Вт с температурой жала, не превышающей 260° С. Место пайки должно находиться не ближе чем на 3 мм от корпуса транзистора.

При работе с транзисторами КП301, КП302, КП305, КП350 пайку производить только паяльником с заземлен-

ным жалом при замкнутых накоротко выводах транзистора. Все подготовительные работы и монтаж полевых транзисторов с изолированным затвором следует производить на металлическом заземленном листе. На этом листе должны находиться локти оператора-монтажника, инструмент и все необходимые для работы принадлежности. На руке оператора должно быть надето металлическое заземленное кольцо.

Следует помнить, что эти меры предосторожности необходимы, так как полевые транзисторы с изолированным затвором выходят из строя при воздействии даже незначительных полей электростатического электричества.
